HAL
open science

Changements organisationnels et performances économiques: théories, mesures et tests

Nathalie Greenan

To cite this version:

Nathalie Greenan. Changements organisationnels et performances économiques: théories, mesures et tests. Gestion et management. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS), 2001. Français. NNT : . tel-01362204

HAL Id: tel-01362204

https://shs.hal.science/tel-01362204

Submitted on 8 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ECOLE DES HAUTES ETUDES EN SCIENCES SOCIALES

Changements organisationnels et performances économiques : théories, mesures et tests

Thèse pour l'obtention du grade de

Docteur de l'EHESS

Discipline : **Analyse et Politique Economique**

Présentée et soutenue publiquement par

NATHALIE GREENAN

Le 16 janvier 2001

TOME I

DIRECTEUR DE THESE

ROBERT BOYER, *Directeur d'Etudes à l'EHESS*

JURY

ROBERT BOYER, *Directeur d'Etudes a l'EHESS et CEPREMAP*

PIERRE CAHUC, *Professeur a l'Université de Paris I, Panthéon – Sorbonne, Rapporteur*

DANIEL COHEN, *Professeur a l'Ecole Normale Supérieure et CEPREMAP*

FRANCOIS EYMARD DUVERNAY, *Professeur a l'université de Paris X, Nanterre, Rapporteur*

JACQUES MAIRESSE, *Directeur d'Etudes a l'EHESS, CREST et NBER*

JEAN-LOUIS RULLIERE, *Professeur a l'Université de Lyon II, Lumière et GATE*

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont en premier lieu à mon directeur de thèse, Robert Boyer, qui a su m'accompagner pendant cette longue traversée avec un enthousiasme intact.

Cette thèse reprend, articule et étend des travaux que j'ai mené à l'INSEE et au Centre d'Etudes de l'Emploi. Je remercie Michel Glaude et Pierre Joly de m'avoir fait confiance lorsque je leur ai fait part de mon projet de thèse et de ma volonté de développer à l'INSEE son volet empirique. Annie Fouquet et Michel Gollac ont pris le relais en m'accueillant au Centre d'Etudes de L'Emploi pour poursuivre mes travaux. Je leur suis redevable de l'intérêt qu'ils ont porté à mes recherches et des moyens qu'ils ont mis à ma disposition.

Plusieurs travaux mobilisés dans cette thèse s'appuient sur des collaborations avec d'autres chercheurs comme il le sera précisé dans le corps du texte. Lors de collaborations réussies, il est toujours difficile d'établir les apports des uns et des autres. Mon travail a beaucoup bénéficié de tous ces échanges. En particulier, Michel Gollac, Dominique Guellec et Jacques Mairesse, ont été présents à des moments cruciaux. Cette thèse n'existerait pas sans eux.

Je dois à l'administration économique d'avoir eu accès aux données statistiques et d'en avoir construit de nouvelles. Mes premières expériences se sont appuyées sur l'enquête TOTTO de 1987 produite par l'INSEE et la DARES. Je remercie Michel Cézard, Michel Gollac et Frédéric Moatty pour avoir guidé mes premiers pas dans cette source. J'ai pu accéder à d'autres sources statistiques lors de mon passage à l'INSEE, notamment au Système Unifié de Statistique d'Entreprise et à l'Enquête sur la Structure des Emplois. Patrick Corbel m'a aidé dans ces opérations en me faisant bénéficier de son immense savoir-faire sur les données individuelles d'entreprises. L'opportunité de concevoir une enquête statistique m'a été offerte par le SESSI en la personne de Jean-Paul François, promoteur de nouvelles sources sur l'innovation. La création d'une nouvelle source est une aventure collective. Je l'ai partagée à l'INSEE avec Dominique Guellec et Vincent Mangematin, mais aussi avec le comité de pilotage de l'enquête et les services de production statistique du SESSI à Caen et à Paris. Les travaux empiriques que je présente dans cette thèse ont été réalisés avec l'assistance très précieuse de Guy Broussaudier, Hélène Fréchou , Luis Miotti et Stéphanie Viard que je remercie vivement.

Le Commissariat Général du Plan a financé deux études que j'utilise dans cette thèse. Je remercie Christine Afriat, Jean-Louis Levet et Thierry Priestley pour l'intérêt qu'ils ont porté à ces études et pour les commentaires qu'ils m'ont fait lors de leur suivi.

Mes recherches ont bénéficié des échanges ayant eu lieu dans le cadre des séminaires internes de l'U.R.A. régulation, ressources humaines et économie publique du CEPREMAP, de l'INSEE et du Centre d'Etudes de l'Emploi et dans le cadre des travaux du GERPISA et du

séminaire sur les approches interdisciplinaires de l'innovation organisé par Dominique Foray et Jacques Mairesse. De nombreuses discussions à l'occasion de ces séminaires mais aussi lors de collaborations, publications et présentations publiques ont alimenté ma recherche. Je souhaite associer leurs auteurs à ces remerciements en m'excusant pour mes oublis : Bruno Amable, Masahiko Aoki, Robert Ardenti, Christan Bessy, Laurence Bloch, Jérôme Bourdieu, Timothy Bresnahan, Eric Brousseau, Laurent Cabotte, Laurence Caby, Eve Caroli, Damien Cartron, Elsie Charron, Béatrice Colin-Sédillot, Frédéric de Coninck, Thomas Coutrot, Jacques Crémer, Bruno Crépon, Isabel Da Costa, Etienne Debauche, Alain Desrosières, Pierre Dubois, Emmanuel Duguet, Mireille Elbaum, François Eymard-Duvernay, Jean-Pierre Faguer, Olivier Favereau, Marc Fleurbaye, Dominique Foray, Gérard Forgeot, Michel Freyssenet, Jacques Freyssinet, Jerôme Gautié, Armelle Gorgeu, Alain Gubian, Albert Gueissaz, Sylvie Hamon-Cholet, Jean-Pierre Huiban, Pierre Joly, Isabelle Kabla, Francis Kramarz, Guillemette de Larquier, Stéphane L'Huillerie, Edward Lorenz, René Mathieu, Claude Ménard, Frédéric Moatty, Pierre Mohnen, Jean-Claude Moisdon, Pierre Morin, Marianne Pauchet, Pascal Petit, Xavier Ragot, Pierre Ralle, Alain Rallet, Catherine Rougerie, Agnès Topiol-Bensaid, Antoine Valeyre, Pierre Veltz, Graham Vickery, Marie-Claire Villeval, Philippe Vrain, Jean-Luc Schneider, Luc Soete, Kathryn Shaw et Thomas Zeisemer. Qu'il me soit permis également de remercier la communauté des rapporteurs anonymes pour ses commentaires. Sans tous les citer, j'associe à ces remerciement les membres de l'U.R.A. régulation, ressources humaines et économie publique et l'ensemble de mes collègues de l'INSEE et du Centre d'Etudes de l'Emploi.

La relecture finale a été effectuée par Robert Boyer et Yannick L'Horty. J'ai également bénéficié d'ultimes remarques de Jérôme Bourdieu et de Frédéric Moatty. Marie Ferré m'a aidé pour la mise en page et Jean-Luc Pommier a résolu de nombreux problèmes informatiques associés à la gestion de documents volumineux. Jacqueline Jean et Josette Reux m'ont guidé pour les questions d'organisation.

René et Micheline m'ont prêté leur grenier, Jean-Claude et Marie-Claude m'ont nourri des produits de leur jardin et Jeannot et Elisabeth ont été mes anges gardiens dans la phase de rédaction finale de cette thèse. Enfin, les contributions personnelles de Yannick et de Tara sont irremplaçables. Yannick m'a soutenue sans faiblir et a mis ses nombreux talents a ma disposition et Tara m'a permis de boucler ce travail en faisant, dès les premiers jours de sa vie, de longue nuits et des siestes régulières. Je les remercie tous.

Gournay sur Marne, le 19 décembre 2000.

INTRODUCTION **11**

PARTIE I : LES CHANGEMENTS DANS L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET L'APPROCHE ECONOMIQUE **35**

CHAPITRE I : LES CHANGEMENTS ORGANISATIONNELS : LES MANAGERS, LES SALARIES ET LA STATISTIQUE 37

A. Les dimensions de l'organisation du travail et leur évolution *38*

1. Les sciences du management, le discours gestionnaire et le débat public 39

a) Les dimensions de l'organisation du travail 39

b) L'évolution de la structure organisationnelle des entreprises 42

2. La mesure statistique des dimensions du travail et de leur évolution dans l'industrie 87-93 51

a) La statistique d'entreprise : le triangle technologie, organisation et compétences 52

(1) Logique offensive et défensive de réorganisation ne s'opposent pas forcément 53

(2) L'allocation des responsabilités au sein de l'atelier et son évolution 56

(3) La production se rapproche des autres services, des clients et des fournisseurs 60

(4) Groupes de travail, équipes autonomes et baisse des niveaux hiérarchiques 62

(5) L'accroissement des compétences requises et la formation 63

(6) Les changements technologiques : automatisation et informatisation 65

b) La statistique des salariés : autonomie et contraintes 68

(1) Les réseaux de communications 69

(2) Autonomie et contraintes 71

(3) Intensification du travail 72

(4) Technologies 75

c) Autres enquête statistiques sur l'organisation du travail : une comparaison 78

(1) Une autre enquête française : l'enquête REPONSE 78

(2) Les enquêtes américaines 80

(3) Au Canada, en Scandinavie et en Europe 83

B. Les changements du modèle industriel *87*

1. Trois typologies d'entreprises 90

a) Un point de vue des sciences de la gestion : Mintzberg 90

b) L'économie des conventions et les modèles d'entreprise 94

c) L'économie de la régulation et la crise du modèle productif 99

2. Une exploration empirique sur l'industrie française 104

a) Les ouvriers caractérisent les entreprises industrielles 108

(1) De l'organisation des postes de travail ouvriers… 111

(2) …à l'organisation de l'entreprise 117

b) Les managers et la configuration organisationnelle de l'entreprise industrielle 120

(1) Une variable à part sur les changements technologiques 122

(2) Les changements organisationnels et de compétences 123

CHAPITRE II : A LA RECHERCHE DE THEORIES DE LA FIRME ET DE L'ORGANISATION DU TRAVAIL 153
A. Les théories conflictuelles de la firme *154*
1. L'économie des contrats 155
a) Information imparfaite et opportunisme des agents économiques 156
b) Droits de propriété, agence et contrats incomplets : opportunisme et rationalité parfaite 158
c) Théorie des coûts de transaction : opportunisme et rationalité limitée 160
2. Deux autres fonctions pour les responsables hiérarchiques 167
a) Equipe, inséparabilités technologiques et savoir productif chez Alchian et Demsetz 167
b) La critique de Williamson 171
c) Leibenstein et la « X-[in]efficiency » 173
3. La filiation marxienne : diviser le travail pour régner 177
a) Que font les chefs ? 178
b) De la domination au « monitoring » 180
c) Savoir et pouvoir 183
B. Les théories coopératives de la firme *187*
1. Un cadre d'hypothèses heuristique : la rationalité limitée et la coopération 189
a) Des fondements pour le comportement coopératif 189
b) L'hypothèse de rationalité limitée 197
(1) Les différentes rationalités limitées 198
(2) Les limites de la rationalité calculée ou le coût des activités cognitives 200
(3) Arbitrer entre la qualité et le coût de l'information 202
2. Travail en équipe, coordination des tâches et compétence organisationnelle 205
a) Rationalité limitée et avantages du travail en équipe 205
b) L'organisation comme dispositif de coordination 207
c) L'organisation comme dispositif cognitif 213
ANNEXE I.1 : L'ENQUETE CHANGEMENT ORGANISATIONNEL 224
ANNEXE I.2 : L'ENQUETE TOTTO 253

PARTIE II : LES THEORIES COOPERATIVES DE LA FIRME : DES OUTILS POUR FORMALISER L'ORGANISATION INTERNE DE L'ENTREPRISE ET SES CHANGEMENTS ? 266

CHAPITRE III : LA THEORIE DES EQUIPES : DECENTRALISATION DE L'INFORMATION ET PROCESSUS DE GESTION INTERNE 273
A. Structures d'information et formes organisationnelles élémentaires *274*
1. L'organisation du poste de travail 275
2. L'organisation de l'équipe 278
B. Le problème de l'équipe et son mode de résolution *284*
1. La sélection des formes organisationnelles 291
a) L'articulation d'un service de production et d'un service de marketing 291

b) Structures d'information centralisées ou décentralisées 295
c) Structures d'information identiques ou différenciée chez Crémer 314
2. Deux tentatives pour décrire et expliquer les hiérarchies à partir de la théorie de équipe 317
a) Quel est le bon nombre de services de la forme multidivisionnelle ? 318
b) Comment choisir les responsabilités des managers au sein des hiérarchies 323
CHAPITRE IV : THEORIES DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION : DECENTRALISATION DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION ET PRISE DE DECISION GLOBALE 335
A. Un modèle de référence : la hiérarchie *338*
B. Organiser la décision pour maîtriser la faillibilité humaine *343*
1. Différentes règles de décision ou architectures 344
2. Le modèle de base de Sah et Stiglitz 347
3. Les extensions du modèle de base *350*
C. Organiser la décision pour maîtriser la perte de contrôle *354*
1. Beckmann et Williamson : la perte de contrôle comme donnée technologique 356
a) Un cadre de trois hypothèses 357
b) La perte de contrôle des managers 360
2. La perte de contrôle comme produit du processus de supervision 363
a) Modèle à main d'œuvre homogène 363
b) Main d'œuvre hétérogène et asymétrie de la distribution des salaires 367
D. Organiser la décision pour maîtriser le temps *370*
1. Le modèle de base : traitement de l'information en « batch » 372
a) Inscription du processus de production dans le temps et perte de contrôle 372
(1) Hiérarchie régulière et délai de traitement de l'information 372
(2) Traitement parallèle, traitement séquentiel, temps et supervision 379
b) La hiérarchie des automates 384
(1) Les hiérarchies efficientes sont-elles régulières ? 385
(2) Quelle est l'efficience d'une hiérarchie régulière ? 388
2. L'extension du modèle de base au traitement en temps réel 391
a) Le réseau efficient en « batch » permet-il de tenir la cadence ? 391
b) Réseau stationnaire et spécialisation 396
CHAPITRE V : LA FORMALISATION DU PROCESSUS DE PRODUCTION : SAVOIR PRODUCTIF ET COMPLEMENTARITES 407
A. L'organisation modélisée comme un facteur de production spécifique *409*
1. Facteur X, compétence managériale et capital organisationnel 410
2. L'accumulation d'un savoir sur les équipements physiques 415
4. L'accumulation d'un savoir sur les travailleurs 418
a) L'utilisation d'un tâche filtre 419
b) La rotation des tâches 422

B. L'organisation façonneuse des complémentarités technologiques.....*427*
1. Diversité des tâches, spécialisation et interdépendances 429
a) La technologie comme socle de l'architecture complexe de tâches.....431
b) L'interdépendance générée par la division verticale du travail 434
(1) Une fonction de production récursive pour représenter l'interdépendance verticale.....437
(2) Interdépendance hiérarchique et disparités de taille et de salaire 442
c) L'interdépendance générée par la division horizontale du travail 449
(1) Spécialisation horizontale et choc technologique asymétrique.....451
(2) Compétences, complémentarités technologiques et interdépendances horizontales.....463
2. Division du travail et savoir productif : deux modèles 474
a) Un modèle avec main d'œuvre homogène 479
(1) La dimension collective de l'apprentissage par la pratique 479
(2) La coordination de l'apprentissage par la pratique 481
b) Un modèle avec main d'œuvre hétérogène.....491
(1) Conception, exécution et qualifications 492
(2) L'appariement entre qualification et postes de travail 496
4. La théorie des complémentarités productives.....504
a) La complémentarité des pratiques, la fonction de production et le calcul de l'entreprise.....505
(1) Complémentarité cardinale et statique comparative monotone 506
(2) Complémentarité et dépendance au sentier 512
b) Quelques applications théoriques.....514
c) Les conséquences pour les stratégies de tests empiriques.....524

CONCLUSION INTERMEDIAIRE 536

PARTIE III : CHANGEMENT ORGANISATIONNEL ET COMPORTEMENT ECONOMIQUE DE L'ENTREPRISE.....558

CHAPITRE VI : LES DETERMINANTS DE L'ORGANISATION OU LES CAUSES DU CHANGEMENT ORGANISATIONNEL 559
A. Qu'est ce qui change quoi dans l'organisation ? La réponse des théories.....*560*
1. L'incertitude 560
a) L'incertitude inter-temporelle 561
(1) La double incertitude.....561
(2) La volatilité.....571
(3) L'instabilité 574
b) La complexité.....577
(1) La distribution du rendement d'un portefeuille de projets.....578
(2) Le nombre d'informations qui rentrent dans l'organisation.....581
(3) La diversité des inputs.....583
2. La technologie 585

a) Le rôle de la technologie dans les modèles 586
(1) Les technologies du traitement de l'information.....586
(2) Les technologies productives 593
b) La différenciation des produits et la stratégie 601
(1) La décentralisation favorise la diversité des biens 602
(2) Organisation et diversité dans un cadre dynamique 606
(3) Technologie, stratégie et organisation.....609
3. Les compétences 611
a) Les compétences dans les modèles 612
(1) La propension à l'erreur 612
(2) La variété des talents d'un individu 618
(3) La hiérarchisation des compétences 620
b) Le niveau général d'éducation 623
(1) Distribution des compétences et changement organisationnel.....625
(2) Accumulation des compétences et changement organisationnel 633
4. La taille de la firme.....637
a) La taille comme déterminant de l'organisation.....637
b) Taille optimale de l'entreprise et rendements d'échelle 640
B. Deux explorations empiriques sur données individuelles concernant l'industrie française.....648
1. Comment évaluer empiriquement les facteurs qui agissent sur le changement organisationnel ? 648
2. Les facteurs corrélés aux dimensions organisationnelles dans l'industrie manufacturière.....658
a) Quatre variables pour mesurer l'organisation à partir de données sur les salariés 660
b) Les modèles estimés.....663
c) Les résultats.....668
3. Changement organisationnel et stratégie des entreprises industrielles 672
a) La mesure du changement organisationnel et les compétences 673
b) Les modèles estimés.....676
c) Les résultats.....680
4. Résultats empiriques : un bilan d'ensemble 685
CHAPITRE VII : LES EFFETS DES CHANGEMENTS ORGANISATIONNELS SUR LA PRODUCTIVITE ET L'EMPLOI..... 708
A. Organisation, changements organisationnels et dynamique productive : l'enseignement des modèles.....709
1. Changement organisationnel, système d'information et fonction de production.....710
a) La théorie des équipes 710
b) Les théories du traitement de l'information.....712
2. Changement organisationnel, système de production et dynamique productive.....720
a) L'organisation comme facteur de production 720
b) La division horizontale du travail 721
c) La division verticale du travail.....728

d) La théorie des complémentarités productives 735
B. Changements organisationnels et productivité : la persistance du paradoxe 741
1. Intensité de la communication, productivité et stocks 744
a) L'intensité de la communication comme mesure synthétique de l'organisation 745
b) Un fonction de production pour analyser la performance de l'organisation 748
c) Un seul salarié suffit ? 753
d) Les résultats 756
2. Changement organisationnel, productivité et emploi 762
a) Organisation et technologies : deux mesures séparées 764
b) Le cadre méthodologique 768
(1) Les différence inter-individuelles de productivité 768
(2) Les différences longues 772
c) Les résultats 774
3. Un bilan des études empiriques 780
a) La persistance du paradoxe de la productivité 780
b) Effets modestes versus effets puissants 783
C. Biais technologique ou biais organisationnel ? 792
1. Dynamique productive, organisation et qualifications 793
a) Hiérarchie et marché du travail 795
b) Interdépendances productives et ségrégation 797
2. Le cas de l'industrie française 808
a) Communication, autonomie et qualifications 808
b) Qui gagne dans les changements organisationnels ? 811
(1) Le cadre méthodologique 812
(2) Les différence inter-individuelles de structure de main d'œuvre 816
(3) Les différences longues 819
(4) Le mouvement de réallocation des emplois 821
3. Les résultats empiriques issus d'autres enquêtes 824
ANNEXE III.1 : L'ECHANTILLON APPARIE DE L'ENQUETE TOTTO 844
ANNEXE III.2 : POURQUOI UN SEUL SALARIE SUFFIT ? 849
ANNEXE III.3 : L'ECHANTILLON APPARIE DE L'ENQUETE CHANGEMENTS ORGANISATIONNELS 867
CONCLUSION GENERALE 872
BIBLIOGRAPHIE 909
TABLE DES ILLUSTRATIONS 948

« The modern firm is typically not only large, but complex. It has an internal structure, and its parts have to communicate and coordinate with each other. […] The complexity of the firm has of course scarcely gone unnoticed in more recent literature. Alfred Chandler has given a first-rate account of the evolution of the firm's internal structure in response to changing economic needs. Oliver Williamson and others in the bounded rationality tradition stemming from Herbert Simon have sought to create a theory which will accommodate the observed structures of industry. But the history of economic thought suggests that these theories will only find analytic usefulness when they are founded one more directly neoclassical lines, that is, in terms of individual optimization and equilibrium », Arrow (1985, p. 303)

INTRODUCTION

Dans cette thèse, j'ai cherché à appréhender l'organisation du travail interne aux entreprises en m'appuyant sur les outils de l'approche néo-classique, la formalisation mathématique appuyée sur un postulat d'individualisme méthodologique et les tests empiriques mobilisant des données statistiques. Pourquoi avoir choisi cette optique ? Pour répondre à cette question, il est utile de retracer l'évolution des débats sur l'organisation du travail.

J'ai démarré ce travail il y a 10 ans environ, après un mémoire de DEA portant sur la diffusion du juste-à-temps dans les entreprises françaises. A la fin des années quatre-vingts, le débat public, la presse quotidienne et des journaux spécialisés dans le management faisaient un large écho à l'émergence de nouveaux concepts de management en provenance du Japon. On parlait de miracle japonais pour décrire la croissance de ce pays dans les années quatre-vingts tandis que l'Europe s'enlisait dans la croissance lente. La fascination grandissait, entretenue par des consultants qui cherchaient à vendre la recette miracle, chez les journalistes, les chefs d'entreprise, les « experts » et certains « académiques ». Ces nouvelles méthodes réhabilitaient

l'entreprise car elles devaient permettre l'émergence d'un cercle vertueux entre la croissance et l'emploi, palliant par là même les limites de l'intervention de l'Etat. Dans le débat public, dans la presse, dans l'administration économique mais aussi dans des lieux de concertation comme le Commissariat Général du Plan, on parlait d'exemples d'entreprises, de cas où la recette avait marché de manière spectaculaire sans avoir d'autres éléments d'appréciation. Seules quelques voix isolées mettaient en garde contre les écueils possibles du nouveau modèle de gestion et les fragilités qu'il pouvait alimenter. Dans ce contexte d'anecdotes et d'études de cas abondantes, il me semblait utile de prendre la mesure de la diffusion des nouvelles pratiques de gestion en mobilisant l'outil statistique. J'avais choisi de me pencher sur le comportement de stockage des entreprises afin de vérifier, par l'économétrie, si la tendance au « zéro stock » affichée par les entreprises qui décidaient de pratiquer le juste-à-temps se retrouvait dans les données statistiques.

Mais les espoirs nourris à la fin des années quatre-vingts furent déçus dans les années quatre-vingt-dix. La décennie s'ouvrait avec, en 1993, une récession sans précédent depuis la seconde guerre mondiale. Le chômage se montra étonnamment persistant tandis que le système statistique enregistrait un renouveau du développement des inégalités de revenu (CSERC, 1995, 1996). Ceci neutralisa progressivement la vision euphorique de l'entreprise et l'image inverse se fit peu à peu jour : lieu de sélection des travailleurs, d'intensification du travail, de recherche d'un profit à court terme pour les actionnaires, de fabrication de plans sociaux pour répondre à la tyrannie des marchés financiers.

Dans la vision optimiste de l'entreprise des années 80, le facteur organisationnel était celui qui devait jouer un rôle clef dans la quadrature du cercle. L'organisation permettait de gérer au mieux l'ensemble des ressources, y compris humaines : gestion prévisionnelle des emplois, implication de tous les travailleurs

dans le processus d'innovation, entreprise qualifiante. La racine des maux de l'entreprise dans les années 90 se trouverait, quant à elle, plutôt du côté de la technologie : l'ordinateur détruirait les emplois en se substituant aux travailleurs, et plus particulièrement aux travailleurs les moins qualifiés qui se trouveraient dès lors exclus du travail. D'une certaine manière, le choix serait du côté de l'organisation, porteuse de valeurs positives, l'inéluctable du côté de la technologie, source des maux mais aussi des espoirs futurs : résister au progrès, c'est se couper des opportunités à venir.

Parallèlement, le système socio-économique du Japon rentrait en crise : éclatement de la bulle financière en 1991, croissance nulle en 1994, lenteur des secours lors du tremblement de terre dans la région de Kobé en 1995 et attentat au gaz sarin par la secte Aum à Tokyo en 1996. Le miracle américain a alors relayé le miracle Japonais : les Etats-Unis connaissent une croissance à taux élevés ininterrompue depuis la récession de 1991, avec une accélération à partir de 1995. Aujourd'hui, la presse parle de la « nouvelle économie » américaine appuyée sur les technologies de l'information. Et depuis quelques mois, cette « nouvelle économie » semble gagner l'Europe.

L'espoir renaît du côté de la technologie. Et pour certains américains, cela témoigne de la force de leur modèle économique. Il ne faut plus parler des recettes managériales japonaises, mais venir voir ce qui se fait aux Etats-Unis car les entreprises américaines ont pris ce qu'il y avait de meilleur dans le modèle Japonais en le transformant à nouveau. L'ouvrage du MIT intitulé « The Machine that Changed the World » (Womack, Jones et Roos, 1990) était construit comme une profession de foi appelant à l'adoption des méthodes japonaises. Revanche de l'histoire, car Ohno, inventeur du « système Toyota » explique dans *L'esprit Toyota* (1978 pour l'édition japonais, 1990 pour la traduction française) comment il inventé

la méthode kanban en développant des idées de Henri Ford non comprises aux Etats-Unis et en observant le fonctionnement des supermarchés américains lors d'une visite en 1956. Mais à la fin des années 90, le management américain s'érige de nouveau en modèle après être passé par une phase intense « d'hybridation » (Boyer, 1998) avec le modèle Japonais.

Sur toute cette période, dans le débat public, la référence à l'organisation du travail a été quasiment permanente. A cette permanence s'oppose la position tout à fait périphérique que possède cet objet dans le champ économique. Mon projet de thèse visait donc avant tout à « durcir » l'organisation du travail pour en faire un champ d'investigation scientifique et parvenir à formuler plus précisément les enjeux économiques associés à la diffusion de formes d'organisation nouvelles. Trois grand principes directeurs ont animé mon travail. Le premier était de poursuivre l'approche statistique en mobilisant toutes les sources statistiques disponibles. Le second était de sonder la théorie à la recherche de représentations formelles de l'organisation du travail afin d'analyser les effets des changements organisationnels sur le comportement de l'entreprise. Le troisième était de travailler sur des répertoires de description des changements organisationnels permettant de construire un pont entre la théorie et les données.

Jusqu'à présent, j'ai parlé d'organisation interne de l'entreprise et de changements organisationnels, mais de quoi s'agit-il plus précisément ? Mon point d'entrée dans l'organisation a été les nouvelles pratiques de gestion inspirées du modèle japonais. Comme le décrit très bien Aoki (1988), ces pratiques définissent un système d'incitations spécifiques mais pas seulement. Elle définissent aussi la manière dont le travail est conçu et la manière dont il est réalisé en divisant des tâches d'information, de décision et de production entre les différents membres de l'organisation. La théorie économique s'est très largement intéressée aux systèmes

d'incitation, beaucoup moins à la manière dont, collectivement, la production des biens et des services est organisée. Cette division du travail est, la plupart du temps, assimilée à la technique de production, elle-même résumée à la fonction de production qui joue le rôle d'une contrainte « naturelle » dans la modélisation économique. Si la manière d'organiser la production relève de paramètres purement techniques, il n'y a pas de place pour le calcul économique et le choix en matière d'organisation du travail. Dans son mode d'organisation interne, l'entreprise ne choisit que son système d'incitations, qui prend la forme de contrats bilatéraux entre l'employeur et le salarié. Assimiler l'organisation a la technique revient donc à négliger la dimension collective du travail au sein d'une entreprise. J'ai tenté d'isoler, dans la littérature théorique, les modèles proposant une représentation formelle de la division du travail qui soit indépendante de celle de la technique. Dans ces théories l'entreprise peut choisir don « design organisationnel » (« organizational design »).

A la recherche d'approches formalisées de l'organisation du travail

L'économie des organisations s'est considérablement développée dans les années récentes, au terme d'une longue montée en puissance depuis l'article séminal de Coase en 1937. Comme le souligne Spence (1975), c'est un nouveau nom pour un vieux thème : la théorie de la firme. Son article introduit deux volumes du *Bell Journal of Economics* qui reprennent les actes d'un colloque sur «l'économie de l'organisation interne » ayant eu lieu en 1974. En 1991, c'est le *Journal of Economic Perpectives* qui consacre un numéro au thème « organisations et économie », introduit par Stiglitz. La théorie de la firme est le titre d'un chapitre du *Handbook of Industrial Organization* édité par Schmalensee et Willig et publié en 1989, rédigé par Holmstrom et Tirole. Sa section 5 porte sur les hiérarchies internes. En 1992, Milgrom et Roberts publient un manuel intitulé *Economics, Organization and*

Management. Le premier chapitre est consacré à la question : l'organisation compte-t-elle ? (Does organization matter ?).

Cela témoigne du dynamisme de la théorie de l'entreprise, qui n'a cessé de s'enrichir depuis les années 70. Elle cherche à répondre à la dilution de l'entreprise résultant des développements de la théorie marginaliste pour laquelle le marché coordonne de manière harmonieuse les activités productives exercées par les individus. Même si l'entreprise marginaliste reste le lieu de la production à proprement parler, son fonctionnement interne n'est décrit qu'au travers du résumé que représente la fonction de production. Comme le soulignent Coriat et Weinstein (1995), alors que cette théorie place l'individu au centre du raisonnement économique, la firme est un acteur collectif où les comportements des individus sont passés sous silence. La firme n'est qu'une fonction de production. L'analyse de la division du travail interne à l'entreprise cède la place à l'analyse des échanges entre agents (firmes et individus), échanges qui reflètent une division du travail entre unités économiques.

Si l'on suit cette représentation, l'entreprise est un lieu de conservation d'un savoir technologique car l'entrepreneur connaît la fonction de production de son entreprise, il sait comment faire pour produire une quantité donnée de biens mais puisque ce savoir exprime une contrainte, la manière dont les quantités de ressources choisies sont utilisées dans la production ne fait pas l'objet d'une coordination spécifique. Le processus d'acquisition des ressources détermine la production effective de manière univoque.

Comme le souligne Demsetz (1988), la théorie marginaliste décrit une décentralisation parfaite de l'allocation des ressources où le savoir est traité de manière asymétrique : le système de prix révèle les préférences des consommateurs

qui sont connues d'eux seuls, alors que comme l'information sur les prix, l'information utile à la gestion de la production (sur les marchés, les produits, les techniques et les méthodes de management) est supposée accessible à un coût nul. Une petite exception à cette règle est cependant souvent introduite subrepticement dans les manuels standards de microéconomie lorsqu'il s'agit de justifier l'existence de courbes de coût moyen en forme de U. Dans ce cas, on fait souvent appel à des rendements décroissants associés aux capacités limitées de l'entrepreneur maximisateur, ce qui implique que l'obtention de la combinaison optimale d'inputs est coûteuse car le savoir de l'entrepreneur est limité.

C'est dans la théorie de l'entreprise que je suis allée rechercher les concepts de base permettant de représenter les dimensions de l'organisation du travail qui sont affectées par les nouvelles pratiques de gestion que nous avons évoquées. Elle rassemble un ensemble assez hétérogène d'approches.

Il y a tout d'abord l'ensemble des théories couramment rassemblées sous l'appellation d'économie des contrats (Brousseau, 1993) ou encore d'économie néo-institutionnaliste (Foss, 1994) : la théorie des droits de propriété (Alchian et Demsetz, 1972), la théorie de l'agence (Jensen et Meckling, 1976 ; Holmstrom, 1982), la théorie des coûts de transaction (Willamson, 1985) et la théorie des contrats incomplets (Grossman et Hart, 1986). Ces théories prolongent la vision de la production et de la performance développée par Leibenstein (1966, 1979).

Centrées sur la modélisation du système d'information de l'entreprise, la théorie des équipes (Marschak et Radner, 1972) et la théorie du traitement de l'information (Radner, 1986, 1992) se construisent à partir d'un jeu d'hypothèses très différent de celui du corpus précédent. Parallèlement, les théories évolutionnistes (Nelson et Winter, 1982, chapitres 4 et 5 ; Eliasson, 1990, Dosi et Marengo, 1994 ;

Teece et Pisano, 1994,) développent une approche de l'entreprise centrée sur la notion de compétence (« capabilities », « dynamic capabilities », « competence », Langlois et Foss, 1997). Chandler (1992 a et b) se déclare plus proche de cette vision de l'entreprise que des visions contractuelles. La toute récente théorie des complémentarités productives (Milgrom et Roberts, 1990 ; Holmstrom et Milgrom, 1994) a construit un cadre théorique pour tenir compte des interdépendances à l'œuvre au sein des activités productives de l'entreprise.

Les radicaux américains, poursuivant la tradition marxiste, ont eux aussi approfondi l'analyse de la firme et de son organisation interne. Braverman (1974) et Marglin (1974) se sont plus particulièrement penché sur les ressorts de la division du travail dans la dynamique capitaliste. L'ouvrage édité par Stephen (1984) reprend une partie de ces analyses, tandis que Piore et Sabel (1984) posent la question de l'évolution contemporaine du modèle industriel capitaliste.

En France, la théorie des conventions (Boltanski et Thévenot, 1987, Salais et Storper, 1994) et la théorie de la régulation (Boyer, 1986, 1991 ; Boyer et Durand, 1998) s'intéressent elles aussi à la dynamique productive de l'entreprise et à son organisation en cherchant à répondre à des questions qui leur sont propres.

Mais la question de la division du travail interne à l'entreprise précède Coase. Elle est fortement présente dans les ouvrages fondateurs de la science économique. Le chapitre qui ouvre la Recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations porte sur la division du travail. Adam Smith y développe l'exemple désormais célèbre de la manufacture d'épingle (pp. 37-55). La division du travail interne à l'entreprise est aussi longuement décrite dans le chapitre XIV du livre premier du Capital (pp. 246-266), juste avant le chapitre consacré au machinisme et à la grande industrie. Dans ce chapitre, Marx développe d'ailleurs une analogie entre la

division manufacturière du travail et sa division sociale. Cet accent porté sur la division du travail est lié au contexte historique de production de ces travaux fondateurs : la révolution industrielle est à l'œuvre, elle exerce sur la société des forces puissantes vues par certains comme porteuses de désintégration sociale, d'anomie et de souffrances.

Deux volets sont présents dans cette description de la division du travail : une fascination pour la puissance créatrice de richesses qu'elle dégage d'un côté (Smith), l'accent porté sur les conflits en germe et la « fracture sociale » associée (Marx et, à sa manière, Durkheim). Ces deux volets se retrouvent dans les développements plus récents des théories de l'entreprise qui cherchent à la fois à justifier l'existence de la firme en opposition à celle du marché et l'existence du travail improductif (au sens où il ne produit pas directement des biens ou des services) des cadres (« managers »). Pour cette raison, ces théories se sont, avant tout, penchées sur la question de la division verticale du travail, plus fortement porteuse d'enjeux (car liée au pouvoir économique) et plus mystérieuse (ne pouvant se justifier par des considérations techniques) que la division horizontale du travail.

Une partie des théories met l'accent sur les conflits d'intérêt entre les actionnaires, les cadres dirigeants et les employés. En ce sens, elles poursuivent la tradition inquiète, méfiante à l'égard des cadres dirigeants et des employés qui ont le pouvoir (informel) de mettre en danger les intérêts des propriétaires du capital (théorie des contrats) ou encore, méfiante à l'égard des actionnaires et des cadres dirigeants qui spolient les travailleurs productifs d'une partie de la richesse qu'ils génèrent (radicaux américains).

L'autre partie intègre la vision optimiste, qui souligne la puissance créatrice (et non seulement allocative) de l'entreprise au travers des actions collectives qui s'y

déroulent. Les actionnaires et les cadres dirigeants sont à la recherche de nouvelles opportunités technologiques, sources d'innovation (tradition Schumpétérienne, poursuivie par les théories évolutionnistes) et ils coordonnent les activités productives (théories des équipes, théories du traitement de l'information) de collectifs de travailleurs organisés et prêts à coopérer.

L'opposition entre vision inquiète et vision optimiste de l'entreprise n'est pas propre au champ de l'économie. La théorie des organisations, à cheval entre la sociologie et la gestion, présente un clivage analogue. Ainsi Donaldson (1995) critique le développement des théories «anti-managériale » de l'entreprise suite à la mise en cause du fonctionnalisme en sociologie au moment de la guerre du Vietnam. Ces théories étaient vu comme conservatrices car privilégiant l'ordre établi. Le développement d'une théorie de l'entreprise, fonctionnant comme un système rationnel (Scott, 1987), au point où elle ressemble à une organisation sans être humain, est pourtant vivace dans la tradition des théories de l'organisation plus proche de la gestion. Ainsi, la vision d'ingénieur de l'entreprise développée par Taylor (1911), Fayol (1916) et Barnard (1938) se poursuit dans les travaux de Simon (1947) et les théories behavioristes de l'organisation (Cyert et March 1963 ; March et Simon, 1958). L'hypothèse d'une organisation capable de s'adapter d'elle-même dans sa quête de la performance (vision fonctionnaliste et adaptative) est au cœur des théories de la contingence structurelle qui prolongent les théories behavioristes (Blau et Scott, 1962 ; Woodward, 1965 ; Laurence et Lorsh, 1967 ; Thompson, 1967 ; Galbraith, 1973). C'est cette théorie «orthodoxe » de l'organisation, dont l'organe central de publication est *l'Administrative Science Quarterly* qui a été violemment attaquée dans le courant des années 70 au sein du champ de la sociologie. Les théories économiques de l'organisation que je vais examiner sont assez proche de ce courant orthodoxe.

J'ai choisi d'adopter les expressions «théories conflictuelles de la firme » et « théories coopératives de la firme » pour désigner le clivage, qui marque l'économie des organisations. Cette terminologie met en avant une hypothèse simplificatrice (opportunisme ou coopération des individus) plutôt que leur contribution positive. Mais elle structure les représentations de l'organisation. D'une certaine manière l'hypothèse d'opportunisme conduit à un examen des systèmes d'incitation alors que l'hypothèse de coopération permet d'envisager les différents aspects de la division du travail.

En effet, l'hypothèse d'opportunisme permet de montrer que les contrats jouent un rôle fondateur dans la genèse des organisations hiérarchiques et peuvent aussi en expliquer les échecs. Elle est, la plupart du temps, associée à une hypothèse d'information imparfaite qui représente la condition de possibilité de l'opportunisme : c'est parce que les actions de l'individu opportuniste ne sont pas parfaitement connues de tous que celui-ci peut en tirer profit. Ces théories s'opposent à la représentation « technologique » de la firme néoclassique, dont les caractéristiques sont déterminées uniquement du côté de l'offre, par des raisons techniques ou par les limites des capacités des managers. Certaines de ces théories ont déjà reçu des appellations liées à leur position dans l'histoire de la pensée (« théories néo-institutionnelles »), d'autres sont désignées par leur positionnement politique («théories radicales »). L'appellation « économie des contrats » met en avant la contribution positive des « théories néo-institutionnelles ». Plutôt que de parler de «théories conflictuelles de la firme », on pourrait aussi les désigner par « théories hiérarchiques de la firme », « théorie des incitations » ou encore «théorie du contrôle ».

De manière opposée, l'hypothèse de coopération est adoptée par des auteurs qui cherchent à rendre compte des problèmes de coordination et de savoir rencontrés

dans les activités productives. Cette hypothèse est, la plupart du temps, couplée à une hypothèse de rationalité limitée : c'est parce qu'aucun individu isolé ne peut maîtriser tous les problèmes associés aux opérations productives qu'il est intéressant de se mettre à plusieurs pour les résoudre. Ces théories s'opposent à un accent porté uniquement sur les questions d'allocation des ressources pour s'interroger sur leur transformation dans les activités productives. Elles sont aussi héritières de la vision « technologique » de la firme néoclassique et des concepts associés : spécialisation, économies d'échelle, effets d'apprentissage. Ces théories pourraient aussi être désignées par les expressions «théories de la coordination » ou « théories cognitives de la firme » qui soulignent leur contribution positive.

Il est clair que ces deux visions sont complémentaires et qu'un cadre unifié capable de penser à la fois le conflit et la coopération au sein des organisations est préférable. De manière très récente, un certain nombre d'avancées ont été réalisées dans cette direction par les théories des complémentarités productives, qui formalisent l'interdépendance des différentes dimensions de l'organisation du travail.

Dans cette thèse, c'est au sein des théories coopératives de la firme et des théories qui en sont peu éloignées que je vais puiser les formalisations théoriques de l'organisation du travail et des changements qui l'affectent. Cela ne veut pas dire que ces formalisations sont des panacées. Ce sont des outils, encore imparfaits, qui, partant du comportement des individus immergés dans l'entreprise, en expliquent la structuration interne. Dès lors ils fournissent des clés pour comprendre comment cette structure interne peut changer et pour explorer les conséquences de ces changements sur les comportements de l'entreprise.

Je montre que les théories coopératives de la firme explorent deux aspects en partie liées de l'organisation du travail : l'organisation du système d'information de

l'entreprise et l'organisation de son système de production. Les théories coopératives qui formalisent le système d'information de l'entreprise cherchent a comprendre le rôle de la hiérarchie et de la main d'œuvre indirecte. Celles-ci collectent et traitent l'information dans un contexte de rationalité limitée et ces activités peuvent être organisées de différentes manières. La définition que Sah et Stiglitz (1986) donnent de « l'architecture » d'une organisation résume bien ce que j'entends par organisation du système d'information :

> *« The architecture (like that of a computer or electrical system) describes how the constituent decision-making units are arranged together in a system, how the decision making authority and ability is distributed within a system, who gathers what information, and who communicates what with who. » (p. 716)*

C'est la question des interactions que les facteurs de production entretiennent entre eux qui est au cœur des théories coopératives s'intéressant au système de production. Plus précisément, elles cherchent à formaliser la manière dont l'espace des tâches s'articule à l'espace des personnes, à celui des compétences et à celui des facteurs de production. L'espace des tâches est défini par les contraintes techniques de la production. L'entreprise n'a pas de marge de manœuvre pour le structurer. Par contre, c'est elle qui détermine la manière dont les tâches vont être regroupées dans des postes de travail et les personnes ou équipements qui vont piloter ces postes de travail. Ainsi, les entreprises ont une latitude assez grande pour organiser le travail à structure des tâches données.

Je vais proposer deux modèles théoriques originaux, présentés avec les théories qui formalisent le système de production, mais qui traitent aussi du système d'information de l'entreprise. Le premier a une main d'œuvre homogène, le second une main d'œuvre hétérogène. Les formalisations identifiées du système

d'information de l'entreprise considèrent en général que l'information est un flux qui traverse l'entreprise et qui devient obsolète d'une période sur l'autre. Dans les modèles que je propose, l'information ne vient pas de l'extérieur, elle est générée par les activités productives de l'entreprise et elle peut être capitalisée en un savoir technologique qui est source de performances. Mais il n'y a pas une seule manière de produire ce savoir technologique, il y en a plusieurs, qui impliquent ou non la main d'œuvre directe de l'entreprise.

Les sources statistiques

Cette réflexion théorique a pour premier objet de cerner, parmi la multiplicité des dimensions de l'organisation du travail, certains traits fondamentaux à même de guider la construction de mesures et de tests statistiques sur les causes et les conséquences économiques des changements récents affectant l'organisation du travail.

Il existe sur ces changements une littérature très riche reposant sur des enquêtes de terrain que nous avons évoquée en retraçant les grandes lignes du débat public. Par contraste, lorsque j'ai commencé cette recherche, l'information statistique était lacunaire. Notamment, il n'y avait en France aucune enquête auprès des entreprises sur l'organisation et ses changements alors que l'information statistique sur la technologie était en pleine expansion avec le développement des enquêtes sur l'innovation. La seule source, issue du système statistique public, qui fournissait une information directe sur l'organisation du travail était l'enquête Technique et Organisation du Travail auprès des Travailleurs Occupés, réalisée en 1987 par

l'INSEE et le Ministère du travail[1]. Cette enquête est connue aujourd'hui sous son acronyme TOTTO. Si l'information fournie par l'enquête TOTTO portait directement sur l'organisation du travail, elle ne portait que de manière très partielle sur l'entreprise puisqu'elle était réalisée auprès de salariés sélectionnés au hasard. Ceux-ci décrivaient bien l'organisation de leur poste de travail, mais la majorité des entreprises touchées par l'intermédiaire de cette enquête et identifiée grâce à leur numéro SIREN n'avait qu'un seul salarié interrogé.

Afin d'accéder plus aisément à l'information statistique, j'avais, dès le début de ce travail, recherché un poste dans l'administration économique. En 1990, j'ai commencé à travailler à l'INSEE, à la Direction des Etudes et Synthèses Economiques. J'y ai développé mon projet pendant six ans, en participant aux réflexions de l'administration économique, et notamment du Commissariat Général du Plan sur les effets économiques des changements organisationnels. Cette position particulière m'a permis d'effectuer un investissement de long terme sur mon projet, dans une période où la durée de gestation des thèses n'a fait que se raccourcir. Elle explique aussi l'opportunité qui s'est présentée à moi de participer directement à la production d'une enquête statistique auprès des entreprises. Il s'agit de l'enquête « changement organisationnel » réalisée par le SESSI en 1993. J'ai animé avec Dominique Guellec la conception du questionnaire de cette enquête et j'ai réalisé son exploitation[2]. La formulation des questions de cette enquête s'est nourrie à la fois des approches de terrain sur les nouvelles formes d'organisation et des avancées des

---

[1] L'annexe I.2 présente un bref historique du développement des enquêtes sur le travail réalisées auprès des salariés en France.

[2] L'annexe I.1 donne plus de détails sur la genèse de cette source.

réflexions sur la représentation de l'organisation du travail dans la théorie économique.

Les explorations empiriques que j'ai menées à partir de l'enquête « changement organisationnel » et de l'enquête TOTTO et plus généralement les enseignements qui se dégagent de cette thèse ont inspiré une nouvelle source, l'enquête « Changement Organisationnel et Informatisation » (COI), conduite au cours de l'hiver 1997, dont j'ai dirigé la conception et coordonné la réalisation dans le cadre du pôle animé par Michel Gollac au Centre d'Etudes de l'Emploi où je poursuis actuellement mes recherches. L'enquête COI est une enquête à deux volets « entreprises » et « salariés », les salariés interrogés étant sélectionnés dans les effectifs des entreprises interrogées. Je reviendrai sur cette source et sur mes projets à venir dans la conclusion générale.

L'enquête TOTTO de 1987 et l'enquête « changement organisationnel » de 1993 sont les deux sources que j'utilise dans cette thèse pour réaliser des tests empiriques. Les échantillons constitués à partir de ces deux sources rassemblent des entreprises industrielles de plus de 50 salariés. Ces enquêtes servent tout d'abord à dresser un bilan de la diffusion des nouvelles forme d'organisation dans l'industrie manufacturière. Ce bilan est aussi l'occasion de soulever les problèmes méthodologiques associés à la mesure de l'organisation et de ses changements. Dans les enquêtes statistiques, quel interlocuteur est le mieux à même de décrire l'organisation ? Les réponses des salariés et les réponses des responsables d'entreprises doivent-elles être considérées sur un même plan ? Le changement organisationnel peut-il être décrit à partir d'une seule variable ou bien faut-il en utiliser plusieurs ? Le cas échéant est-il préférable d'utiliser des méthodes pour synthétiser l'information ? Y a-t-il une direction de changements ou y en a-t-il plusieurs? Par ailleurs, les sources que nous utilisons délimitent les contours des

changements organisationnels que nous pouvons décrire. Notamment, tous les changements qui affectent les frontières de l'entreprise, définie par son numéro SIREN, sont hors du champ de notre investigation.

Trois questions

Les théories coopératives de la firme et les enquêtes TOTTO et « changement organisationnel » vont être mobilisées autour de trois questions différentes : les causes des changements organisationnels, leurs effets sur la performance et leurs effets sur l'emploi.

La question des déterminants des changements organisationnels a fait l'objet d'un débat nourri en sociologie autour du thème du « déterminisme technique ». Les théories coopératives de la firme ont une vision assez large des facteurs qui mettent l'organisation en mouvement. Aux côté des changements technologiques, elles invoquent trois autres catégories de déterminants : l'accroissement de l'incertitude, les l'évolution des compétences de la main d'œuvre et les chocs affectant la taille de l'entreprise. Il est difficile de tester empiriquement les théories les unes contre les autres sur des données individuelles d'entreprise n'incorporant que partiellement la dimension temporelle. Certaines théories développent des arguments qui s'inscrivent dans un cadre d'équilibre général, d'autres mettent en évidence des facteurs qui sont partiellement endogènes, d'autre enfin évoquent des causes qui ne sont pas mesurables. Il est néanmoins possible d'examiner les corrélations entre certaines formes de changements organisationnels ou certaines formes d'organisations et certains facteurs mesurables de changement.

Derrière l'examen des effets des changements organisationnels sur la performance et sur l'emploi se profilent deux questions ayant fait l'objet d'un large débat dans la communauté des économistes : le ralentissement de la croissance et le développement des inégalités dans l'accès à l'emploi et dans les niveaux de vie. Ces deux phénomènes ont aujourd'hui leur nom de code économique, qui reflète en partie les thèses des économistes et leur impuissance à les expliquer.

Le ralentissement de la croissance est souvent qualifié de « paradoxe de la productivité ». Cette expression découle d'une déclaration devenue célèbre de R. Solow [3], « L'âge de l'ordinateur est arrivé partout, sauf dans les statistiques de la productivité ». Elle témoigne de ce que ce ralentissement de la croissance a surpris les économistes au moment où ils s'y attendaient le moins, c'est-à-dire dans une phase de renouvellement technologique perçu à la fois comme fort et accéléré : aujourd'hui les composants électroniques et les ordinateurs ont pris possession du tissu économique tandis que leur prix a connu une chute brutale sans aucune commune mesure avec les innovations technologiques ayant précédé l'ordinateur. Les explications macro-économiques du « paradoxe de la productivité » font référence à la fin du rattrapage économique de l'après-guerre, à des chocs macro-économiques (crise pétrolière, changement de système monétaire), à l'existence de rigidités institutionnelles. La technologie elle-même est finalement rarement mise en cause, en elle réside encore l'espoir d'une reprise.

Le développement des inégalités est aussi connu sous le nom de « biais technologique ». Il fait référence à un débat économique amorcé dans l'entre-deux guerres et portant sur l'articulation entre la croissance et la répartition. Tombé en

---

[3] New York Times Book Review, 1987.

désuétude avec les « trente glorieuses », cette question resurgit à nouveau aujourd'hui à l'heure où les tensions sur la répartition alimentent le débat de société. Le qualificatif de « biais technologique » porte en lui-même l'explication du développement des inégalités dominante parmi les économistes anglo-saxons : il est associé à un choc sur la demande de travail, qui lui-même trouve son explication dans la diffusion des nouvelles technologies, complémentaires ou fortement associées à la main d'œuvre qualifiée. D'autres explications concurrentes sont aussi avancées : la globalisation des économies et le développement du commerce international, l'évolution de l'offre de main d'œuvre qualifiée, l'évolution des goûts des consommateurs et ses effets sur la composition de la demande domestique.

La vision purement « techniciste » du «paradoxe de la productivité » et du « biais technologique » semble largement insuffisante à l'heure où la modalité d'investissement privilégiée par les entreprises est de nature « immatérielle », incorporée aux hommes et aux organisations plus qu'aux équipements physiques. Afin de rompre avec ce point de vue «classique » des changements structurels en économie, je vais m'interroger sur la place qu'occupent les changements organisationnels, aux côté des changements technologiques, dans la dynamique productive des entreprises et dans l'évolution de leurs besoins de main d'œuvre.

Ma thèse reprend, approfondit et articule un ensemble de travaux réalisés dans le cadre de mon poste de chargée d'études à l'INSEE. Une partie de ces travaux ont été réalisés en collaboration et / ou ont fait l'objet de publications. L'encadré I en établit la liste et indique où j'en fait usage dans ma thèse.

C'est pour la commission « compétitivité » du XIe plan, présidée par Jean Gandois que les premières tentatives d'analyse empirique de l'effet des nouvelles formes d'organisation sur la productivité ont été réalisées (Greenan, Guellec,

Broussaudier et Miotti, 1993 ; Greenan et Guellec, 1994b). En France, le début des années 90 était marqué par le contexte de croissance ralentie et la dégradation de la situation de l'emploi qui devait s'aggraver encore avec la récession de 1993. Le rapport de la commission «compétitivité » (Commissariat Général du Plan, 1992) préconisait de concilier compétitivité et préservation de l'emploi en stimulant la « performance globale » du tissu économique. La mesure de cette «performance globale » reste floue dans le rapport, témoignant des désaccords entre les membres de la commission : considérer l'ensemble des facteurs plutôt que le seul travail pour évaluer la performance, tenir compte du comportement des structures administratives et politiques, inclure la qualité des relations sociales. Pourtant, un consensus semble se dégager autour de l'idée que les nouvelles formes d'organisation productive dites « qualifiantes » sont une réponse à la quadrature du cercle qu'il faut encourager par la politique de l'emploi aussi bien que par la politique industrielle. L'organisation productive « qualifiante » représente une rupture nette avec le taylorisme car elle s'appuie sur un management participatif : les salariés y sont impliqués dans les décisions, leur esprit d'initiative est mobilisé plutôt que neutralisé. Les auteurs du rapport font explicitement référence aux travaux de Veltz et Zarifian pour l'élaboration du concept d'organisation qualifiante qui feront l'objet de publications un peu après sa parution (Veltz et Zarifian, 1993 ; Zarifian 1996).

L'étude que nous avions proposé au CGP cherchait à apporter des éléments quantitatifs dans le débat à partir des ressources d'enquête disponibles : l'enquête TOTTO et l'enquête innovation de 1991 du SESSI. Une partie de ces résultats est présentée dans cette thèse. J'ai ensuite continué à travailler avec Jacques Mairesse sur les implications méthodologiques de cette étude (Greenan et Mairesse, 1996 ; Mairesse et Greenan, 1999) tandis que ma collaboration avec Dominique Guellec

s'est poursuivie sur les questions théoriques (Greenan et Guellec, 1994 ; Greenan et Guellec, 1996 ; Caroli, Greenan et Guellec, 1997).

A peu près au même moment et dans le cadre de l'OCDE était lancée une réflexion générale sur les liens entre la technologie et la productivité (OCDE, 1991). La question du «paradoxe de la productivité » était au cœur de ces réflexions. Ce thème fut repris par un groupe de travail interdisciplinaire initié par Jacques Mairesse et Dominique Foray, dont je fus rapporteur avec Vincent Mangematin (Mairesse et Foray (dir.), 1999 ; Greenan et Mangematin, 1999) et qui s'est réuni pendant deux ans, de 1994 à 1995. L'hypothèse sur laquelle ce groupe a travaillé est celle d'un rôle médiateur de l'organisation dans les effets de l'informatique sur la performance des entreprises[4].

A partir de 1994, la question du «biais technologique » s'est installée au cœur du débat économique. Je proposais alors au Commissariat Général du Plan une nouvelle étude sur ce thème appuyée sur l'enquête «changement organisationnel » que je réalisais avec l'assistance de recherche de Hélène Fréchou et Stéphanie Viard et qui a débouché sur plusieurs publications (Fréchou et Greenan, 1995 ; Greenan, 1996a et 1996b).

Le plan de la recherche

Ma thèse se compose de trois partie. La première, de nature introductive est composée de deux chapitres. Le chapitre I dresse un bilan quantitatif des changements dans le travail et dans l'organisation des entreprises à partir des

---

[4] C'est aussi à l'occasion de cette réflexion collective que le premier projet de la nouvelle enquête sur les changements organisationnels et l'informatisation (COI 1997) a été élaboré dans une note dont Michel Gollac et moi-même ont été rédacteurs (Caby et alii, 1999).

enquêtes TOTTO et «changement organisationnel » mais aussi en faisant appel à d'autres sources françaises et étrangères. Le chapitre II se penche sur les théories de l'entreprise, à la recherche d'approches formalisées de l'organisation du travail. Il identifie un ensemble hétérogène d'une trentaine de modèles théoriques qu'il regroupe sous l'expression de « théories coopératives de la firme ».

Ces théories sont examinées dans la seconde partie qui a pour objet de mettre à jour les éléments d'une formalisation de l'organisation interne des entreprises. Le chapitre III est consacré à la théorie des équipes et le chapitre IV à la théorie du traitement de l'information. Ces deux sous-ensembles proposent des outils pour modéliser l'organisation du système d'information des entreprises. La formalisation de l'organisation du système de production est développée dans le chapitre V ou la notion de complémentarité occupe une place centrale. La conclusion intermédiaire qui clos cette partie propose une synthèse de l'enseignement des modèles et fait le pont entre les différentes dimensions organisationnelles qui interviennent dans les modèles et les dispositifs managériaux qui peuvent faire l'objet de mesures empiriques.

La troisième partie tente de relier théorie et enquêtes statistiques autour de trois questions. Celle des déterminants des changements organisationnels fait l'objet du chapitre VI. Les questions des effets de ces changements sur la productivité et sur les besoins de main d'œuvre des entreprises sont traitées dans le chapitre VII. Les tests empiriques que nous proposons restent exploratoires et ils soulèvent nombre de problèmes méthodologiques qui sont autant de pistes sur lesquelles je souhaite avancer dans les années à venir.

Encadré I : Liste des travaux sur lesquels s'appuie cette thèse

Référence	***Chapitre***	***Section***
Travail de Survey		
Greenan N (1995) : « La représentation et la mesure de l'organisation de la production dans l'approche économique », *Cahier Travail /Emploi, "L'usage des méthodes statistiques dans l'analyse du travail : journée-débat du 19 janvier 1994"*, La Documentation Française, pp. 227-249.	I	A
Greenan N. et Guellec D. (1996) : « Les théories coopératives de la firme », Document de travail de la Direction des Etudes et Synthèse Economiques de l'INSEE, N°G9607 et Miméo INSEE, novembre 1994	I	B
Modèles théoriques		
Greenan N. et Guellec D. (1994) : « Coordination Within the Firm and Endogenous Growth », *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, N°1, pp. 173-197,	V VI VII	B-2-a A-2-b A-1-c
Caroli E., Greenan N. et Guellec D. (1997) : « Organisational Change and Human Capital Accumulation », Document de travail du CEPREMAP, N°9719	V VI VII	B-2-b A-3-b A-1-c C-1-b
Travaux empiriques mobilisant l'enquête TOTTO 87		
Greenan N et Guellec D. (1994) : « Organisation du travail, technologie et performances : une étude empirique », *Economie et prévision*, N°113-114, pp. 39-56	I VII	B-2-a B-1
	Annexe III.1	
Greenan N. (1994) : « L'organisation du travail dans les PMI se distingue-t-elle de celle des grandes entreprises ? », *Economie et Statistique*, n°271-272, pp. 87-101	VI	B-1
	Annexe I.1	
Greenan et Guellec (1998) : « Firm Organization, Technology and Performance : an Empirical Study », *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 6, pp. 313-347.	I VII	B-2-a B-1
	Annexes I.1 et III.1	

Référence	***Chapitre***	***Section***
Travaux empiriques mobilisant l'enquête « changement organisationnel » 93 :		
Fréchou H. et Greenan N. (1995) : « L'organisation de la production dans l'industrie : des changements profonds » *Le 4 Pages des Statistiques Industrielles*, N°43, Janvier.	I	A-2-a
	Annexe I.1	
Greenan N. (1996) : « Innovation technologique, changements organisationnels et évolution des compétences » *Economie et Statistique*, N°298, pp. 15-29.	I	A-2-a B-2-b
	Annexe I.1	
Greenan N. (1996) : « Progrès technologique et changements organisationnels : leur impact sur l'emploi et les qualifications » *Economie et Statistique*, N°298, pp. 35-44.	VII	B-2 C-2-b
	Annexe III.3	
Travaux de méthodologie statistique :		
Caby L., De Coninck F., Dubois P., Gollac M., Greenan N., Mairesse J., Moisdon Jean-Claude, Rallet A. et Vickery G. (1999) : « Mesurer les liens entre informatisation, organisation et performances », in Foray D. et Mairesse J. (dir.) *Innovations et performances, approches interdisciplinaires*, Editions de l'EHESS, pp. 171-189.	Annexe I.2	
Greenan N. et Mairesse J. (1996) : « Computers and Productivity in France : some Evidence », *Working Paper du NBER* N°5836, November. A paraître en 2000 dans *Information Technology and the Productivity Paradox*, David P. A. et Steinmuller E. W. (Eds), London, Harwood Academic Publishers, pp. 141-167. A paraître aussi dans *Economics of Information and New Technologies* en 2000	VII	A-2-a
	Annexe III.2	
Mairesse J. et Greenan N. (1999) : « Using Employee Level Data in a Firm Level Econometric Study », *Working Paper du NBER*, N°7028, March. publié en 1999 dans *The Creation and Analysis of Employer-Employee Matched Data*, Haltiwanger J. C., Lane J. I., Spletzer J. J.M., Troske K. R. (Eds), North Holland, Elsevier, Amsterdam, pp. 489-512.	VII	A-2-a
	Annexe III.2	

PARTIE I : LES CHANGEMENTS DANS L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET L'APPROCHE ECONOMIQUE

Cette première partie est de nature introductive. Elle cherche à identifier les changements organisationnels qui ont marqué la vie des entreprises française depuis le début des années quatre-vingt et à cerner, dans la théorie des entreprises les hypothèses et les formalisations qui permettent d'en rendre compte. Les entreprises changent leur organisation du travail et le travail des salariés change. Ce constat est le point de départ de cette thèse et le chapitre I vient l'illustrer avec des matériaux d'origines diverses.

Nous avons animé, avec Dominique Guellec la conception de l'enquête « changement organisationnel », réalisée par le SESSI auprès d'un échantillon d'entreprises industrielles en 1993. Elle permet de dresser un bilan de ce qui a évolué dans les pratiques des entreprises entre 1988 et 1993 selon le point de vue d'un représentant de l'entreprise, le directeur de production, le directeur financier ou le chef d'entreprise lui-même.

L'enquête TOTTO de 1987 était la seule source disponible sur l'organisation du travail au moment où nous avons débuté nos explorations empiriques. C'est une enquête auprès d'un échantillon représentatif de travailleurs occupés réalisée une première fois par l'INSEE et le ministère du travail en 1987 et une seconde fois par la DARES en 1993. Elle apporte un point de vue complémentaire à l'enquête « changement organisationnel » car elle enregistre la représentation que le salarié a de son travail quotidien au moment où il est interrogé. En comparant les résultats

obtenus en 1987 à ceux de 1993, on est à même d'avoir un coup de projecteur sur ce qui a changé dans le travail des salariés.

Les annexes I.1 et I.2 décrivent la genèse et le contenu de ces deux sources. Notons que la France dispose aujourd'hui d'un appareil statistique remarquable pour suivre les changements dans l'organisation du travail. Ceci est encore trop largement méconnu. Les circonstances ont fait que l'information statistique s'est progressivement accumulée à partir de la fin des années quatre-vingt alors que la plupart des autres pays de l'OCDE n'ont commencé à rassembler de l'information au moyen d'enquête auprès des entreprises que 5 ans plus tard. Outre ces deux sources statistiques, nous évoquons aussi les résultats d'autres enquêtes, qu'elles soient statistiques ou plus qualitatives.

Dans le chapitre II, nous partons à la recherche de théories permettant de rendre compte des changements que nos enquête statistiques enregistrent. Plus précisément, nous cherchons à identifier, dans les théories de l'entreprise, celles qui, partant d'un postulat d'individualisme méthodologique parviennent à formaliser une possibilité de choix organisationnels pour l'entreprise.

L'hypothèse d'opportunisme ou de coopération des individus nous semble être une hypothèse centrale pour distinguer les théories qui s'intéressent aux problèmes d'organisation des théories qui soulèvent d'autres problèmes et notamment ceux attachés aux incitations. Nous choisissons les expressions de « théories conflictuelles de la firme » et de « théories coopératives de la firme » pour désigner les deux ensembles d'approches de l'organisation que le clivage sous-jacent à cette hypothèse génère. Le chapitre II retrace les grandes lignes de la représentation de l'organisation, du comportement des individus et de ceux de l'entreprise propres à chacune de ces deux approches.

Chapitre I : Les changements organisationnels : les managers, les salariés et la statistique

Dans une première section, nous recensons une ensemble de dimensions de l'organisation du travail susceptibles d'être mesurées et nous rapportons ce qui a été dit de l'évolution de ces dimensions dans le débat public. Nous nous appuyons pour cela sur des travaux issus de la gestion et de la théorie des organisations. Puis, à partir de deux sources statistiques, l'enquête « changement organisationnel » et l'enquête sur la technique et l'organisation du travail (TOTTO), nous essayons de dresser un bilan sur l'évolution des différentes dimensions de l'organisation du travail dans l'industrie sur la période 1987-1993.

Notre seconde section analyse l'idée que l'ensemble des dimensions de l'organisation du travail font système. Elles ne changent pas indépendamment les unes des autres, c'est un (ou des) « modèles industriels » qui changent. Nous ferons tous d'abord référence à des travaux qui privilégient l'idée de « modèle industriel » en reprenant la synthèse de Mintzberg, chercheur proche des sciences de la gestion et associé aux théories de la contingence et en évoquant les « modèles d'entreprise » développés par l'économie de conventions. Puis nous nous arrêterons sur la description du changement de système productif dans la crise proposée par la théorie de la régulation. Nous mettons ensuite ces « typologies » à l'épreuve de la « taxonomie » en nous appuyant sur nos deux sources statistiques. A cette occasion, nous développons un usage innovant de l'enquête TOTTO puisque nous utilisons les réponses des salariés pour construire des indicateurs caractérisant l'entreprise.

A. Les dimensions de l'organisation du travail et leur évolution

La description des dimensions de l'organisation du travail participe d'un programme de la théorie des organisations qui a mobilisé un grand nombre de chercheurs proche des sciences de la gestion (des « business schools » en Angleterre et aux Etats-Unis) dans les années 60. Il s'agit des théories de la contingence structurelle qui s'inscrivent dans le prolongement des théories behavioristes. Dans une première section, nous reprenons tout d'abord le recensement des dimensions structurelles des organisations qui ont été proposées par ces théories. Puis nous détaillons la description des changements qui affectent ces dimensions telle qu'elle ressort du discours managérial et du débat public.

Dans une seconde section, nous présentons des statistiques descriptives issues de l'enquête « changement organisationnel » de 1993 et des enquêtes TOTTO de 1987 et 1993. Certaines questions de l'enquête TOTTO sont communes avec les enquêtes conditions de travail (1984 et 1991) et nous y faisons parfois référence. Ces sources nous permettent d'avoir deux points de vue sur l'organisation du travail et ses changements : celui des managers ou responsables d'entreprise et celui des salariés. Ces deux points de vue nous semblent nécessaires pour avoir une vision complète des phénomènes à l'œuvre. Puis nous présentons les grandes lignes de résultats obtenus à partir d'autres enquêtes en France et d'enquêtes réalisées à l'étranger.

1. Les sciences du management, le discours gestionnaire et le débat public

a) Les dimensions de l'organisation du travail

Les théories behavioristes de l'organisation (Cyert et March, 1963 ; March et Simon, 1947) ont approfondi la vision d'ingénieur développée par les hommes de terrain comme Taylor (1911), Fayol (1916) ou Barnard (1938) qui ont les premiers tenté de rationaliser le fonctionnement interne de l'entreprise. Elles développent une vision fonctionnaliste et adaptative de l'entreprise qui se prolonge dans les théories de la contingence structurelle (Blau et Scott, 1962 ; Woodward, 1965 ; Laurence et Lorsh, 1967 ; Thompson, 1967 ; Galbraith, 1973 ; Mintzberg, 1981 pour ne citer qu'une partie de ces travaux).

La théorie de la contingence structurelle est particulièrement intéressante ici car elle développe une problématique qui n'est pas très éloignée de celle qui anime les modèles théoriques que nous allons présenter dans la partie II et elle a une ambition quantitative. Les théories de la contingence structurelle se sont développées en réaction aux théories selon lesquelles il existait un « one best way » organisationnel (Louche et Maurel, 1992). En effet, à la fin des années cinquante, comme le décrit très bien Chandler (1990), les entreprises sont devenues des organisations complexes et elles affrontent de nouveaux problèmes de gestion. L'approche contingente décrit comment le choix des variables structurelles pour la conception d'une organisation dépend d'une ou de plusieurs variables de contexte appelés « facteurs de contingence ». Ainsi, Woodward (1965) analyse le rôle de la technologie, Blau (1970) celui de la taille, Laurence et Lorsch (1967) celui de l'environnement extérieur de l'entreprise et Pugh et alii (1968) réalisent une analyse multivariée qui deviendra connue sous le nom de programme d'Aston, du nom de l'université où ce projet trouva son premier ancrage.

Le programme d'Aston a pour objectif de découvrir la manière dont les entreprises structurent leur activité, de vérifier s'il est possible de mettre au point une méthode statistique valide afin d'identifier les différences structurelles entre les organisations et d'examiner les contraintes que le contexte de l'organisation impose sur sa structure. Selon Mintzberg (1981), la structure d'une organisation rassemble l'ensemble des moyens utilisés pour diviser le travail entre tâches distinctes et pour assurer la coordination entre ces tâches.

Selon Pugh et alii (1969b), les structures organisationnelles peuvent être décrites au travers de cinq dimensions : la spécialisation, la standardisation, la formalisation, la centralisation et la forme structurelle. Chaque dimension est mesurée au moyen d'une batterie de questions. Les réponses associées à ces questions servent à construire des variables d'échelle qui permettent d'identifier le « degré » de chacune des dimensions choisies par l'entreprise après qu'elle ait confronté le coût et les avantages associés aux différentes alternatives possibles.

La spécialisation décrit le degré selon lequel les activités d'une organisation sont divisées en rôles spécialisés. Les questions qui mesurent la spécialisation fonctionnelle portent sur l'existence dans l'entreprise de travailleurs spécialisés dans la vente, les achats, la R&D, la formation, la maintenance, etc.

La standardisation de la structure organisationnelle traduit l'importance des règles et procédures régissant le fonctionnement de l'organisation. Cette caractéristique précise dans quelle mesure les activités des membres de l'organisation sont prévues et rationalisées. Par exemple, si le contenu des tâches est précisément défini, s'il y a un suivi détaillé des coûts ou si des stratégies sont déterminées pour l'orientation de la recherche, du marketing etc., le degré de standardisation est élevé.

Le degré de formalisation est déterminé par la propension de l'entreprise à mettre par écrit les instructions, les procédures ou les consignes. Une entreprise où la formalisation est importante a un règlement intérieur écrit, une plaquette qui présente ses produits et / ou ses activités, un organigramme officiel, des profils de postes écrits, etc.

Une entreprise est parfaitement centralisée lorsque tout le pouvoir de décision se trouve dans les mains du sommet stratégique. Le degré de centralisation est évalué par l'identification du niveau hiérarchique qui a l'autorité formelle pour prendre les décisions concernant les achats, les prix des produits, l'agencement des bureaux, l'ouverture d'implantations commerciales, le règlement des incidents, etc. Le degré de centralisation décrit donc la répartition du pouvoir dans l'organisation.

La forme structurelle est déterminée par trois variables : la longueur de la chaîne de décision ou la hauteur de la hiérarchie, l'étendue du contrôle des responsables hiérarchiques et le poids numérique des fonctions de support.

Mintzberg (1981) ajoute deux autres «paramètres de conception» à des cinq dimensions : les systèmes de planification et de contrôle et les mécanismes de liaison. Les systèmes de planification et de contrôle donnent un cadre d'ensemble au fonctionnement de l'entreprise. La planification regroupe tous les dispositifs de gestion prévisionnelle (des commandes, des achats, des emplois etc.), tandis que le degré de contrôle dépend des mécanismes qui encadrent, surveillent, mesurent l'effort déployé pour atteindre les objectifs planifiés. Les mécanismes de liaison, enfin, encouragent le contact entre les individus pour assurer une meilleure coordination, même si elle nécessite de court-circuiter la hiérarchie : contacts directs entre les cadres, groupes de projet ou comité permanent, système de messagerie, etc.

Après une période de dynamisme très fort dans les années soixante et au début des années soixante-dix, les forces de recherche concentrées sur le projet des théories de la contingence ont commencé à se dissiper. Ces théories ont été violemment critiquées dans le champ de la sociologie pour excès de déterminisme : l'organisation y est décrite comme s'adaptant de manière unilatérale à son contexte et à ses contraintes. Elle ne laisse que peu de place à l'acteur, au conflit, à l'invention qui vise à se dégager d'un système de contraintes. De plus, c'est une théorie qui permet des exercices de statique comparative, mais qui n'aide pas à penser la dynamique du changement organisationnel.

Comme le souligne Alter (1996), l'entreprise est tiraillée entre la nécessité de s'organiser pour réduire l'incertitude et celle d'innover en en tirant partie et / ou en l'accentuant. Les théories de la contingence structurelle aident à penser l'organisation mais fournissent peu d'outils pour analyser l'innovation. Des études récentes prolongent cependant le programme de la contingence comme celle de Miller et Friesen (1984) qui répondent à la critique précédente en se focalisant sur l'analyse du changement organisationnel (graduel ou radical) à partir d'une base de données réunissant 81 cas d'entreprises américaines ou celle de Kalika (1988) sur un échantillon de 79 entreprises françaises de 50 à 2500 salariés.

b) L'évolution de la structure organisationnelle des entreprises

A la fin des années quatre-vingts, la description des changements dans l'organisation du travail a d'abord pris appui sur des études de cas et sur des ouvrages de management pratique destinés aux chefs d'entreprise. Le modèle qui était alors dans toutes les têtes était japonais. Nous avons déjà cité l'ouvrage de Ohno, publié en français en 1990. Le petit livre de Riboud (1987), président de BSN

et retraçant la modernisation de ce groupe était aussi largement cité à l'époque. Parmi les ouvrages de consultants, celui de l'américain Hall (1989) sur « l'excellence industrielle » fut un «best seller ». Le tableau 1.1 en est issu. Il liste les dispositifs clefs qui, selon l'auteur, permettent aux entreprises industrielles d'atteindre un degré élevé de performance, seul garant de la survie dans le contexte de concurrence accrue des années quatre-vingts.

Dans ce nouveau modèle de management, un ensemble de pratiques sont présentées comme interdépendantes : celles qui permettent de garantir un niveau de qualité élevé, celle qui permettent d'utiliser à la fois un minimum de ressources et de temps et celles qui favorisent l'investissement intellectuel de tous les travailleurs dans l'amélioration et le bon déroulement du process. Ces trois ensembles de dispositifs sont connus sous les termes de démarche de qualité totale (« Total Quality Management » ou « TQM »), de système de production en juste à temps ou en flux tendus (« just-in-time production system ») et de dispositifs d'implication des travailleurs (« employee involvement practices »).

[Insérer tableau I.1]

A quels changements dans les dimensions du travail listées dans la section précédente correspondent cet ensemble de pratiques ? Les observateurs soulignent tout d'abord une rupture fondamentale avec le taylorisme. Il s'agit de remplacer le principe taylorien « un homme, un poste de travail aux tâches standardisées » par un principe centré sur le collectif de travail de type « un groupe qui assure une production ». Dès lors, la coopération entre travailleurs collectivement responsables d'un ensemble de tâches est privilégiée.

Ce changement traduit aussi une décentralisation des décisions opérationnelles vers la main d'œuvre directe. Comme l'indique Hall (1989) dans son tableau (tableau 1.1), « l'implication des hommes » se traduit par une responsabilité à la source. Au sein du groupe collectivement responsable, les travailleurs ont plus d'autonomie et sont incités à développer leur activité cognitive. Une atmosphère de résolution des problèmes doit être favorisée afin qu'un processus permanent d'amélioration se mette en place et que les problèmes soient dans la mesure du possible anticipés.

La spécialisation des rôles est elle aussi remise en cause à la fois par une polyvalence plus grande demandée aux travailleurs directs et par une intégration des fonctions assurées par les différents services de l'entreprise au moyen d'un développement des liaisons transversales. Les travailleurs directs ne sont plus spécialisés dans l'activité de production, ils doivent aussi participer aux fonctions « maintenance », « qualité », « méthodes », « études » en devenant des observateurs privilégiés des multiples facettes du processus productif. Par ailleurs, des groupes transversaux rassemblant des représentants des services fonctionnels de l'entreprise doivent réfléchir aux moyens de développer des synergies bénéficiant à la production.

Le système de planification de l'entreprise est modifié car le juste-à-temps implique une tension des flux par l'aval plutôt que par l'amont. Ce n'est plus le sommet hiérarchique qui planifie la production sur la base de ses anticipations, quitte à générer des stocks aux différentes étapes du processus de production, ce sont les commandes qui déclenchent directement la production. Si le système de planification est remis en cause, le système de contrôle l'est aussi. L'autonomie plus grande des groupes de travailleurs directs permet un ajustement rapide aux exigences du marché mais il rend l'évaluation du travail plus difficile.

La forme structurelle de l'entreprise est elle aussi appelée à changer. Le nombre de niveaux hiérarchiques se réduit, raccourcissant la chaîne de décision. Le rôle de la maîtrise évolue vers l'animation d'équipes et le conseil technique. En revanche, l'évolution du poids des fonctions de support et de l'étendue du contrôle n'est pas clairement spécifiée.

Enfin, la plupart des consultants ayant décrit le nouveau modèle de management ont insisté sur son autonomie par rapport aux changements technologiques. Bien sûr, les nouvelles technologies, et notamment l'automatisation, peuvent s'inscrire de manière harmonieuse dans les nouvelles organisations car elles visent aussi à améliorer la production et sont compatibles avec la recherche de la qualité, de la réduction des coûts et de la flexibilité. Mais l'organisation peut tout aussi bien se passer d'elles et ceci d'autant plus que l'efficacité de l'automatisation dépend très largement de la préparation organisationnelle de l'entreprise. Il ne faut donc pas s'empresser d'investir beaucoup pour avoir le sentiment d'être moderne.

Hall présente le « nouveau management » sous un jour idyllique. C'est un système qui permet de sauver la production industrielle et les entreprises qui s'y consacrent. Il ne demande pas de gros investissements pour être mis en pratique mais du bon sens et de la bonne volonté, il est favorable à la compétitivité de l'entreprise, à l'emploi et la compétence. :

> *« Pourquoi sauver la production ? Tout simplement parce que l'on ne peut pas demeurer compétitif dans les domaines situés en amont et en aval de la production, comme le marketing ou la technologie, sans avoir développé les connaissances et les compétences liées à l'activité productive. Tout pays industrialisé se doit d'être fort dans ces domaines. Il existe également d'autres raisons de sauvegarder la production :*
>
> · *Soutenir l'emploi*
> · *Participer à la défense nationale*

· Préserver une balance commerciale saine
Limiter les importations (mesure défensive)
Accroître les exportations (mesure offensive)
· Protéger les compétences. » (Hall, 1989, p. 18).

Un certain nombre d'observateurs, de responsables administratifs et académiques se sont réappropriés ce discours énoncé par des hommes de terrain et des consultants. Ainsi, dans le rapport présentant ses travaux (1992), la commission « compétitivité » du XIe plan, présidée par Jean Gandois alors président de Pechiney[5], insiste sur la nécessité de privilégier le nouveau modèle productif :

> *« Le choix de privilégier une organisation productive qualifiante est l'orientation la plus crédible pour l'économie française. Ce choix est porteur de démarches dans lesquelles est préservé l'équilibre des « intérêts » de tous les acteurs et représente une solution avantageuse pour l'ensemble des partenaires de l'entreprise. De plus, c'est une vue à moyen-long terme des intérêts collectifs de la communauté nationale qui peut préserver de manière efficace des risques d'exclusion et surtout favoriser l'emploi »* (CGP, 1992, p.39)

La référence à « l'organisation qualifiante » est associée aux travaux de Veltz et Zarifian (1993). Ces auteurs soulignent néanmoins la nature très diverse et non unitaire des expérimentations organisationnelles. Des chercheurs plus proches de l'économie ont adhéré plus explicitement au nouveau modèle et cherché à la promouvoir comme Coriat (1991) dont le titre de l'ouvrage « Penser à l'envers » est une injonction reprise du petit livre Ohno (1990). De façon plus précoce et moins directe, Piore et Sabel (1984), en soutenant qu'un modèle de « spécialisation souple » alliant l'industrie légère, la petite série et le management participatif, permettrait de retrouver les chemins de la prospérité, plaident aussi pour une nouvelle orientation

organisationnelle des entreprises industrielles. Un peu plus tardivement, l'OCDE s'est mise à afficher les changements organisationnels comme un objectif collectif souhaitable en relation avec le développement d'une économie fondée sur le savoir (Gouvernement du Canada et OCDE, 1996).

Comment expliquer cette adhésion des chercheurs et des Etats au discours managérial concernant des évolutions sur lesquelles peu d'éléments d'appréciation sont à ce jour disponibles ? Les principes affichés du nouveau modèle ne sont pas sans influence. Pour des chercheurs ayant longtemps critiqué les effets pervers du taylorisme, ces principes étaient annonciateur de la fin d'un modèle honni. Ils réconciliaient, du moins en partie, le point de vue critique et le discours managérial : l'autonomie et la coopération semblaient plus acceptables comme principes directeurs que la parcellisation du travail. De plus, la fascination pour le miracle japonais et son modèle industriel a marqué durablement les esprits. L'espoir de conjuguer, dans un contexte de croissance lente, efficacité économique et disparition de certaines formes d'aliénation a conduit à négliger les autres aspects des changements organisationnels (Gollac, 1998).

Certains auteurs, comme Linhart (1991) et Gollac et Volkoff (1996) pour la sociologie ou Coutrot (1998) pour l'économie, ou encore aux Etats-Unis, Cappeli et alii (1997) ont développé un point de vue critique sur le nouveau modèle : celui-ci favoriserait l'aliénation mentale plutôt que physique, il serait une source d'intensification du travail, il serait le vecteur de nouveaux outils de coercition suscitant une coopération forcée, il détruirait les systèmes d'emploi qui protégeaient

---

[5] L'usine de Dunkerque de Pechiney, ouverte en 1992, a été un lieu d'expérimentation dans le domaine de l'organisation du travail, suivi de près par Martine Aubry alors Ministre du Travail. Jean-Baptiste de Foucauld était le Commissaire au Plan en poste lors de la préparation du XIe plan.

les salariés. Par ailleurs des ergonomes, médecins du travail et psychologues du travail (Dejours, 1998 ; Lidvan et Girault-Lidvan, 1999) ont donné l'alerte sur un certain nombre « d'effets secondaires » des nouvelles formes d'organisation : le stress, les pathologies articulaires et vertébrales associées aux cadences élevées, aux mouvements répétitifs et aux postures et efforts inadaptés connaissent une augmentation considérable. Les syndicats s'approprient aujourd'hui ces thèmes (Fernex, 1998).

Comme nous allons le voir, les enquêtes statistiques sur les conditions de travail réalisées auprès des salariés apportent des éléments en faveur de ces points de vue. Mais si l'on s'en tient pour l'instant au vocabulaire managérial, il est possible de recenser une autre liste de pratiques dont les connotations sont plus négatives pour les conditions de travail que celles qui ont été vues jusqu'à présent. Il en est ainsi des « restructurations », du « reengineering », du « downsizing », de la « production maigre » (« lean production ») du « recentrage sur le métier » (« core competencies »), de « l'externalisation ». Cappelli et alii (1998) présentent ainsi l'articulation de ces « régimes » organisationnels :

> *« Perhaps the most important new management argument from the perspective of restructuring was the notion that companies' competitiveness depended not so much on their business strategy or positioning in the market relative to competitors but on their «core competencies ».[…] Conglomerates began to disassemble, selling off divisions, often in response to pressures from the investment community. Under pressure to cut costs and improve profit, companies squeezed costs and reengineered tasks in order to cut out « fat ». In most cases, the « fat » was mainly workers. Companies sub-contracted functions that had always been peripheral, such as cleaning and security services, and, increasingly, functions that had been traditionally viewed as integral to an organization, such as human resources and clerical work ». (p. 6).*

A quels changements dans les sept dimensions organisationnelles listées dans la section précédente correspondent ces pratiques ? Il s'agit tout d'abord d'altérations dans la forme structurelle des entreprises. Outre l'allègement des niveaux hiérarchiques, le poids des fonctions de support diminue avec le mouvement d'externalisation. L'entreprise abandonne par ailleurs des pans de son activité qui n'appartiennent pas à ce qu'elle considère être son « cœur de métier ». Ceci accentue l'intégration des tâches : la main d'œuvre directe effectue des tâches de plus en plus variées et l'entreprise fait appel à des spécialistes extérieurs lorsque les compétences en interne rencontrent leurs limites.

Qu'en est-il de la standardisation et de la formalisation ? Il semble que la recherche d'un allègement des structures favorise ces deux dimensions. L'entreprise met en place de nouvelles procédures pour contrôler le travail des unités qu'elle a « filialisées » et ces procédures génèrent du papier : par exemple, la pratique du « reporting » conduit à fournir régulièrement à la société mère un document avec des ratios de performance. Par ailleurs, des pratiques que nous avons examinées précédemment comme les démarches de qualité totale ou les systèmes de production en juste-à-temps sont associées à des standards que les salariés doivent suivre : standards de qualité et délais standards. Les normes ISO 9000 fournissent un exemple emblématique de formalisation accrue autour de la recherche de la qualité. La certification ISO requiert que l'entreprise mette par écrit toutes les procédures qu'elle suit pour gérer la qualité. Tout comme le «reporting » permet à la maison mère de garder un contrôle sur ses filiales, la certification qualité d'un fournisseur ou d'un sous-traitant est rassurante pour l'entreprise qui décide de faire appel au marché plutôt que de produire elle-même.

Dès lors, il est fort possible que le développement de l'autonomie s'accompagne d'un développement des procédures et des contrôles associés à leur

suivi. Il s'agit donc d'une autonomie fortement encadrée, qui peut être source de tensions lorsque, par ailleurs, les standards imposés s'avèrent contradictoires : il est difficile d'assurer la qualité ou de donner au client le sentiment qu'il est « roi » lorsque par ailleurs, des délais très courts sont imposés.

Les données statistiques et le travail approfondi de terrain sont deux outils qui permettent d'y voir plus clair dans ces tendances contradictoires. Ainsi, les travaux que le GERPISA a mené entre 1992 et 1995 sur l'émergence de nouveaux modèles industriels dans le secteur de l'automobile, à partir d'enquêtes de terrain en France et dans de nombreux autres pays, établit un constat bien plus nuancé sur les pratiques des entreprises et sur la dynamique du changement industriel (Boyer et Freyssenet, 1995). Il ne semble pas qu'un modèle unique d'organisation ait émergé dans le secteur automobile, comme il ne semble pas qu'un modèle unique y ait existé par le passé. Il est donc exagéré de considérer, comme l'affirme l'ouvrage du MIT (Womack, Jones et Roos, 1990) que le « toyotisme » a remplacé le « fordisme » comme modèle industriel dominant dans ce secteur.

Gollac et Volkoff (1996) prennent un exemple symbolique : alors que l'ouvrier travaillant à la chaîne était souvent présenté comme l'archétype du travailleur des années 60, le travail à la chaîne stricto sensu ne représentait il y a vingt ans que 3% du salariat et 8% du groupe ouvrier. Cette proportion modeste n'a pas diminué depuis et elle a augmenté parmi les femmes ouvrières et les travailleurs vieillissants. Les statistiques sont utiles pour prendre une distance critique par rapport au débat public. En matière d'organisation du travail, elles permettent de prendre la mesure de l'ampleur des changements organisationnels qui ont marqué le tissu industriel français. Elle sont donc complémentaires d'un travail comme celui qu'a réalisé le GERPISA sur le secteur automobile. Elle permettent aussi d'adopter des points de vue différents : nous allons dresser un bilan à partir de données sur les entreprises,

s'appuyant sur les déclarations de responsables d'entreprise et à partir de données issues de l'interrogation de salariés. Cette double interrogation permet d'appréhender les différents aspects du changement qui ont été évoqués dans cette section. Elle permettent enfin de conduire des évaluations sur les effets économiques des changements organisationnels.

Toute la littérature que nous avons citée part du constat que ces nouvelles formes d'organisation sont source d'une efficacité accrue pour les entreprises. Cette certitude s'appuie sur des cas qui ont été montés en exergue : baisse de 30% des défauts et retouches chez Hewlett Packard après l'introduction du juste-à-temps, hausse de 40% de la productivité chez General Motors après l'introduction de la « lean production », etc. Si l'on suit Hall (1989), les effets sur la performance, aussi bien que sur l'emploi sont nettement positifs. Notre projet de mesurer statistiquement les changements dans l'organisation du travail vient de l'envie de vérifier la robustesse (statistique) de ces certitudes.

2. La mesure statistique des dimensions du travail et de leur évolution dans l'industrie 1987-1993

Notre investigation empirique sur l'industrie manufacturière française entre 1987 et 1993 s'appuie sur deux sources statistiques complémentaires. L'enquête « changement organisationnel », réalisée en 1991 par le SESSI et l'enquête sur la technique et l'organisation du travail, plus connue sous le nom d'enquête TOTTO réalisée en 1987 par l'INSEE et en 1993 par la DARES.

La première enquête permet d'évaluer la diffusion des nouvelles pratiques managériales dans l'industrie française au travers d'une interrogation des responsables d'entreprise. La plupart des questions de l'enquête portent sur des changements dans l'organisation de la production réalisés entre 1988 et 1993, qui

correspond à l'année de l'enquête. Le vocabulaire managérial présenté dans la section 1-b a été utilisé pour formuler un certain nombre de questions de cette enquête. La section a) présente des résultats descriptifs issus de cette enquête.

La seconde permet de faire le point de l'état de l'organisation du travail, tel qu'il est perçu par les salariés à deux dates différentes : 1987 et 1993. Les enquêtes Conditions de travail de 1984 et 1991 sont aussi mobilisées car elles comportent certaines questions communes avec l'enquête TOTTO. Dans la section b), nous allons reprendre des résultats descriptifs sur ces sources, concernant l'ensemble des salariés et des secteurs, en nous appuyant sur des travaux publiés. Dans la section B. de ce chapitre, nous allons présenter une exploitation particulière que nous avons réalisée sur un champ homogène à celui de l'enquête « changement organisationnel ».

Dans la section c), enfin, nous faisons un point sur d'autres sources statistiques en France et à l'étranger.

a) La statistique d'entreprise : le triangle technologie, organisation et compétences[6]

L'enquête sur les changements organisationnels dans la production regroupe les réponses d'un échantillon représentatif de 1824 entreprises industrielles de plus de 50 salariés. Les fréquences que nous allons commenter sont pondérées pour tenir

---

[6] Les résultats empiriques de cette section ont bénéficié, à l'INSEE, du travail d'assistance de recherche de Hélène Fréchou et de Stéphanie Viard. Ils ont donné lieu à la publication d'un quatre pages de premiers résultats (Fréchou H. et Greenan N. (1995) : « L'organisation de la production dans l'industrie : Des changements profonds », *Le 4 pages des statistiques industrielles*, N°43) et d'un article dans *Economie et Statistique* (Greenan N. (1996) : « Innovation technologique, changements organisationnels et évolution des compétences : Une étude empirique sur l'industrie manufacturière », *Economie et Statistique*, N°298, pp. 15-33). Ce dernier est issu d'un rapport financé par le Commissariat Général du Plan.

compte du taux de sondage et de la non-réponse. L'annexe I.1, qui se trouve à la fin de la partie I présente l'histoire de l'enquête, sa conception et son déroulement ; elle reprend le questionnaire et le codage associé ; elle explique le travail qui a été réalisé sur les fichiers ; enfin, elle propose un bilan critique du questionnaire et de son mode d'administration.

Selon l'enquête « changement organisationnel », 79% des entreprises industrielles de plus de 50 salariés ont réalisé des changements organisationnels dans la production entre 1988 et 1993 et pour 39% des entreprises ces changements sont profonds. Il s'agit donc d'un phénomène massif dont l'ampleur contredit les attentes au regard du caractère relativement inerte généralement attribué à l'organisation.

La quasi-totalité des entreprises de plus de 1000 salariés a réformé son organisation, 62% l'a fait en profondeur, mais c'est aussi les trois quarts des petites PMI qui ont introduit un changement, certes limité pour plus de la moitié dentre elles. Corrigées des effets de taille des entreprises, toutes les branches de l'industrie sont touchées de manière comparable par les réorganisations.

(1) Logique offensive et défensive de réorganisation ne s'opposent pas forcément

Les entreprises désignent d'abord, comme objectifs de la réorganisation (tableau 1.2) l'accroissement de la qualité puisqu'il concerne 87% des entreprises réorganisées, puis la réduction des délais entre commande et livraison (78%) et la réduction des stocks (61%). Ces trois objectifs sont très corrélés entre eux ainsi qu'avec les objectifs d'adaptation à un changement de procédés de production (52%), d'accroissement la différenciation (40%) et de la durée d'utilisation des équipements (32%). Se dessine ainsi une première stratégie, offensive, par laquelle l'entreprise vise à acquérir une plus grande maîtrise de son processus de production et des caractéristiques de son produit.

[Insérer tableau 1.2]

A l'opposé, au travers du double objectif d'adaptation à une réduction des effectifs (41%) et de restructuration (22%), s'esquisse une seconde logique de réorganisation, plus défensive, où l'entreprise est poussée à réviser son organisation interne dans le but de répondre à un choc qui apparaît comme subi. Il est important de garder à l'esprit que la période sous revue correspond à une conjoncture de ralentissement d'une activité économique initialement élevée. Ainsi, les entreprises qui signalent l'adaptation à une réduction d'effectif ont connu une dégradation de leurs résultats sur la période plus forte que les autres. Une réduction d'effectifs peut induire une transformation de la division du travail car il s'agit de maintenir les différentes séquences de la production avec des effectifs moindres. La corrélation positive avec les restructurations indique que celles-ci s'accompagnent souvent d'une réduction d'effectifs. Les visions «optimistes » et «pessimistes » de l'évolution des structures organisationnelles dans la crise que nous avons présentées dans la section 1-b, se retrouvent dans ces deux groupes d'objectifs.

Intuitivement, on pourrait penser que les entreprises adoptant une stratégie défensive sont différentes de celles qui adoptent une stratégie offensive. En réalité, les deux stratégies n'apparaissent pas comme complètement opposées : plutôt que d'être négativement corrélés, les objectifs d'adaptation à une réduction d'effectifs et à une restructuration sont indépendants des objectifs associés à la stratégie offensive.

La modernisation des entreprises de l'industrie manufacturière se traduit concrètement par un ensemble de changements affectant à la fois les facteurs de production et la manière dont ils sont utilisés et combinés les uns aux autres. Ces changements sont, avant tout, de nature qualitative. Du côté du facteur capital, il s'agit de remplacer des équipements anciens par des équipements nouveaux

incorporant souvent plus d'informatique, tandis que du côté du facteur travail, il s'agit de redéfinir les compétences de la main-d'œuvre en fonction de nouvelles exigences. Enfin, du côté de l'usage et de la combinaison des facteurs, il s'agit de redéfinir la division du travail et les règles permettant une coordination efficace au sein de l'entreprise. Ce sont ces changements organisationnels que nous allons tout d'abord considérer.

En simplifiant à l'extrême la schématisation de l'organisation présentée dans la section 1-a, on peut dire que l'organisation se caractérise par la manière dont les différentes unités de décision sont agencées dans l'entreprise, dont le pouvoir de décision est distribué au sein et entre ces unités et par les structures d'information et de communication. Toute modification dans la division du travail, dans la distribution du pouvoir de décision et dans la circulation de l'information constitue donc un changement organisationnel.

Cette définition est plus large que celle de l'enquête, limitée aux unités de décision dédiées à la production. Mais ces unités sont centrales dans l'activité des entreprises industrielles car elles occupent la plus grande part de la main-d'œuvre. Par ailleurs, les changements intervenant dans d'autres unités de décision peuvent aussi trouver des échos dans la production. Par exemple, si l'on cherche à mieux intégrer les problèmes de fabrication dès la conception du produit, l'information circulera grâce à de nouveaux mécanismes de liaison entre concepteurs et producteurs comme des groupes de projet incluant des responsables de la production.

Nous allons considérer les relations entre trois ensembles de variables : des variables caractérisant les changements organisationnels (sections (2), (3) et (4)), des variables sur l'évolution des compétences requises (section (5)) et enfin des variables mesurant la technologie (section (6)).

(2) L'allocation des responsabilités au sein de l'atelier et son évolution

Un premier ensemble de questions concerne l'évolution de la prise de décision et de la division du travail[7]. Elles portent sur les catégories d'intervenants habilitées à réaliser une liste de huit tâches, avant et après les réorganisations : contrôler la qualité des produits et des approvisionnements, effectuer la maintenance courante, les réparations courantes, répartir des tâches entre les opérateurs, participer à des améliorations techniques, arrêter et relancer la production[8]. On distingue trois catégories d'intervenants : les opérateurs, la hiérarchie et les spécialistes. La première regroupe les personnels d'exécution, la seconde le personnel occupant une position hiérarchique et la troisième le personnel qui détient une expertise technique. On peut assimiler les ouvriers à la première catégorie, les contremaîtres à la seconde et le technicien chargé de la maintenance à la troisième[9].

Ces questions donnent un aperçu de la division verticale (entre l'opérateur et la hiérarchie) et horizontale (rôle du spécialiste) du travail. Elles permettent d'évaluer partiellement le degré de décentralisation des décisions concernant la production et le degré d'intégration du travail. Quand l'opérateur est habilité à intervenir sur les huit tâches listées, le pouvoir de décision alloué au personnel d'exécution est important, ce qui est un signe de décentralisation. Ce cas peut aussi s'interpréter comme une intégration forte du travail : la main-d'œuvre d'exécution n'est pas cantonnée dans un rôle de production directe mais elle effectue aussi des tâches indirectes de surveillance, de contrôle de qualité, de collecte d'information, etc. La décentralisation

---

[7] Questions Q611A à Q643A et Q611P à Q643P qui sont reportées dans l'annexe I.1.

[8] Plusieurs intervenants peuvent exécuter la même tâche.

[9] Ces trois catégories peuvent ne pas coïncider précisément avec la nomenclature des professions et catégories socio-professionnelles. Par exemple, un cadre peut être compris dans la catégorie « hiérarchie », mais aussi dans la catégorie « spécialiste » selon son rôle dominant au sein de l'atelier.

et l'intégration seront totales si les deux autres catégories d'intervenants ne sont signalées sur aucune tâche. Sinon, la décentralisation prend la forme d'une dilution de la décision. De plus, la frontière des tâches exercées par chacun devient très floue. À l'inverse, si l'opérateur n'intervient sur aucune des tâches listées, on parlera de centralisation, associée à une spécialisation fonctionnelle forte si les tâches exercées par la hiérarchie sont différentes de celles exercées par les spécialistes.

L'analyse de cette information (tableau 1.3) permet de retrouver les « chasses gardées » de chacun des intervenants. Ainsi, la hiérarchie occupe un rôle central en matière de partage des tâches entre opérateurs. Elle y est présente, avant les réorganisations, dans 86% des entreprises. Ses autres « chasses gardées » sont les améliorations techniques (81%) et les arrêts et les relances de la production suite à un incident (respectivement 83% et 81%). Les terrains de prédilection du spécialiste sont la maintenance (70%) et les réparations courantes (69%) ainsi que le contrôle de qualité des produits (51%) et des approvisionnements (50%). Le terrain où la hiérarchie et le spécialiste se côtoient le plus est la participation à des améliorations techniques (81% pour la hiérarchie, 54% pour le spécialiste). L'opérateur, quant à lui, ne dispose pas de véritable « chasses gardées » mais il n'est pas pour autant absent du noyau des huit tâches. Il est plus présent sur le contrôle de qualité (37% pour les produits, 30% pour les approvisionnements), les réparations courantes (36%) et les améliorations techniques (35%). Dans les deux premières, il est associé au spécialiste; dans la dernière, il est en position de dialogue avec le spécialiste et la hiérarchie. On remarque aussi une présence relativement forte de l'opérateur sur l'arrêt de la production (30%), terrain traditionnel de la hiérarchie.

[Insérer tableau 1.3]

Dans les entreprises réorganisées, l'évolution de l'allocation des responsabilités (tableaux 1.4) témoigne du développement de la sphère d'intervention des opérateurs et des spécialistes, au détriment de celle de la hiérarchie. Le rôle de la hiérarchie est celui qui demeure le plus stable : dans 55% des entreprises, la répartition des tâches qui relèvent de la responsabilité de la hiérarchie reste inchangée alors que cette fréquence s'élève à 41% pour le spécialiste et 26% pour l'opérateur.

[Insérer tableau 1.4]

Les tâches où le rôle de la hiérarchie s'efface le plus sont l'arrêt de la production (12% des entreprises) et le contrôle de qualité (15% pour les produits, 14% pour les approvisionnements). Les tâches qui étaient déjà diversifiées pour l'opérateur avant les réorganisations continuent à s'enrichir, témoignant du développement de la polyvalence dans les ateliers. Il est impliqué plus fortement après les réorganisations sur l'ensemble des tâches. Il apparaît le plus massivement sur les améliorations techniques (40% des entreprises), le contrôle de qualité des produits (37%) et l'arrêt de la production (26%), trois tâches sur lesquelles sa présence était déjà plus forte avant les réorganisations. Inversement, la sphère d'intervention où sa progression est moindre est la répartition des tâches entre opérateurs (11%) qu'il pratiquait très peu auparavant. La sphère d'intervention du spécialiste se développe également, mais de manière plus limitée que dans le cas de l'opérateur. La présence du spécialiste est renforcée pour l'arrêt et la relance de la production (respectivement 13% et 12%), pour les améliorations techniques (16%) et pour le contrôle de la qualité des approvisionnements (16%). Pour le contrôle de la qualité des produits, le spécialiste apparaît autant qu'il disparaît (15% contre 12%). Enfin, la maintenance courante est un domaine où le spécialiste a tendance à se désengager (13%).

Les entreprises modifient donc leur organisation interne par un double mouvement de décentralisation accrue des décisions et de technicisation[10]. Le premier correspond au développement de la sphère de responsabilité des opérateurs, le second à celui de la sphère de responsabilité des spécialistes. Ces deux mouvements conduisent à une intervention plus réduite de la hiérarchie sur les tâches, sans pour autant que son rôle soit totalement remis en cause puisque cette catégorie est aussi celle dont la sphère d'intervention est la plus stable. En revanche, les liens entre les rôles croissants de l'opérateur et du spécialiste sont plus difficiles à caractériser. Sur les chasses gardées du spécialiste, opérateurs et spécialistes ne voient pas leurs responsabilités s'accroître simultanément. Mais leur rôle se développe parallèlement pour ce qui est de la participation à des améliorations techniques ou de la décision d'arrêt de la production. Si le développement de la sphère d'intervention de l'opérateur est un des résultats attendus de l'enquête, celui de la sphère d'intervention du spécialiste est peu cité et discuté dans la littérature.

Il reste à examiner si ces mouvements se retrouvent de manière uniforme dans l'ensemble des entreprises réorganisées où s'ils sont propres à certains profils d'entreprise. Pour analyser les corrélations entre le développement de la sphère de responsabilité du spécialiste et de l'opérateur et le retrait de la hiérarchie, trois variables en trois modalités ont été construites à partir du nombre de tâches sur lesquelles les deux premières catégories d'intervenant apparaissent et la dernière

---

[10] Deux questions venaient compléter cette description de l'allocation des responsabilités dans l'atelier : Dans les ateliers, les réorganisations ont-elles été accompagnées par…un accroissement de la spécialisation (question Q84) ?…un accroissement de la polyvalence (question Q85). 90% des entreprises réorganisées ont donné une réponse positive à la première question, 31% à la seconde. Mais les variables issues de ces deux questions se sont avérées très peu corrélées aux questions sur l'allocation des responsabilités dans l'atelier. A l'usage, il semble que ces deux questions ont des défauts de formulation qui font qu'elles ne « marchent » pas. Il s'est avéré aussi très difficile d'aborder la question de la polyvalence au niveau des salariés. Les questions sur ce thème se révèlent « attrape tout » et donc peu discriminantes. Par contre, dans les questionnaires anglo-saxon, les questions portant sur le thème « job rotation » semblent donner satisfaction.

disparaît. Le tableau 1.5 donne la distribution de ces trois variables et le tableau 1.6 donne les coefficients de corrélation entre leurs modalités.

[Insérer tableau 1.5 et 1.6]

Les plus fortes corrélations unissent apparition du spécialiste et disparition de la hiérarchie (0,23 pour la modalité *forte*, 0,18 pour la *moyenne*), puis entre apparition forte de l'opérateur et disparition de la hiérarchie (0,17 pour *forte*, 0,14 pour *moyenne*). Les liens entre apparition de l'opérateur et apparition du spécialiste sont beaucoup plus ténus : ces deux changements ont plutôt tendance à être mis en œuvre dans des entreprises différentes.

On aurait donc deux modèles : d'un côté, celui des entreprises où la sphère d'intervention de l'opérateur augmente, affectant de manière modérée celle de la hiérarchie, ce qui signale plutôt une décentralisation par dilution de la décision et une intégration du travail ; de l'autre, les entreprises où le poids du spécialiste dans les décisions croît, celui-ci remplaçant plus souvent la hiérarchie que dans le cas précédent, traduisant une technicisation du travail associée à un maintien, voire un développement, de la spécialisation fonctionnelle.

(3) La production se rapproche des autres services de l'entreprise, des clients et des fournisseurs

Alors qu'avant les réorganisations 13% des entreprises affectaient en moyenne plus d'une catégorie d'intervenants et demi par tâche parmi les trois catégories (hiérarchie, spécialiste, opérateur), elles sont 37% à le faire après les réorganisations (tableau 1.7). Le travail devient plus collectif, impliquant le développement de liens tant horizontaux que verticaux entre les individus.

[Insérer tableau 1.7]

Si les entreprises réorganisées affichent un développement des liens entre les différents intervenants présents dans l'atelier, les échanges formels (réunions, communications écrites, etc.) avec tous les autres services et avec l'extérieur de l'entreprise se renforcent également, traduisant le développement des mécanismes de liaison (tableau 1.8). Les services les plus proches de la production sont ceux avec lesquels le renforcement est le plus fréquent : les méthodes (71% des entreprises) et les achats (69%). Puis vient le service de R&D et d'études (64%), ce qui peut suggérer une prise en compte accrue, dès la conception des produits, des problèmes qui peuvent surgir dans l'atelier au moment du lancement de leur production. Le service avec lequel les liens se sont le moins renforcés est le service des ressources humaines (51%). Ce processus est cumulatif : les entreprises où les liens se sont renforcés avec beaucoup de services s'opposent à celles où le renforcement est plus rare.

[Insérer tableau I.8]

Nombreuses sont les entreprises réorganisées où la production a aussi consolidé ses liens avec l'extérieur de l'entreprise : 64% d'entre elles ont un service de production qui s'est rapproché des fournisseurs et 56% des clients. Ce type de renforcement peut traduire la mise en place d'une démarche pour accroître la qualité ou d'une démarche de production à flux tendus car toutes deux impliquent des interdépendances plus fortes avec les fournisseurs pour accroître le niveau de satisfaction des clients. D’ailleurs, 69% des entreprises réorganisées ont entreprise une démarche formalisée visant à accroître la qualité (certification ISO 9000, démarche de qualité totale) et 55% d’entre elles ont demandé à leurs fournisseurs de se conformer à un démarche de ce type (tableau 1.9)

[Insérer tableau 1.9]

(4) Groupes de travail, équipes de travail autonomes et baisse des niveaux hiérarchiques

Ces questions sont complétées par une information sur les groupes de travail (GT) et les équipes de travail autonomes (ETA), qui reflète la nature collective du travail. Les GT ont pour vocation d'institutionnaliser les échanges d'information au sein d'une instance formelle. Le questionnaire vise explicitement des dispositifs comme les cercles de qualité ou les groupes d'analyse de la valeur, destinés à traiter des problèmes de qualité et de coordination et des possibilités d'amélioration technique ou de réduction des coûts. Les équipes de travail autonomes constituent un autre dispositif de gestion qui codifie le travail et les responsabilités des opérateurs. Avec la mise en place des ETA, on peut dire que l'unité de base à partir de laquelle le travail est pensé n'est plus l'individu isolé mais un groupe d'individus. L'équipe dispose ainsi d'une autonomie, plus ou moins grande, pour organiser et accomplir un ensemble de tâches et d'objectifs. En général, une polyvalence est demandée aux membres de l'équipe qui doivent pouvoir se substituer les uns aux autres (en cas d'absence par exemple) ce qui n'exclut pas des spécialisations pour certaines compétences spécifiques. Par ailleurs, l'équipe devient collectivement responsable de l'atteinte des objectifs qui lui sont fixés. 56% des entreprises réorganisées déclarent avoir mis en place des groupes de travail tandis que pour les équipes de travail autonomes, cette proportion s'élève à 43% (tableau 1.10).

[Insérer tableau 1.10]

La baisse du nombre de niveaux hiérarchiques est une résultante possible de l'ensemble des transformations qui viennent d'être examinées. Le développement de la sphère de responsabilité de l'opérateur, les dispositifs de travail collectif peuvent

modifier les relations à la hiérarchie telles qu'elles sont transcrites dans l'organigramme de l'entreprise. Une baisse de ce type est déclarée par 31 % des entreprises réorganisées.

La création de groupes de travail, d'équipes de travail autonomes et la baisse des niveaux hiérarchiques entretiennent des liens positifs et significatifs (tableau 1.6). Ils sont aussi associés à des changements dans l'allocation des responsabilités. Le lien le plus net est celui qui relie apparition forte de l'opérateur avec la baisse des niveaux hiérarchiques (0,26), la création de groupes de travail (0,22) et les équipes de travail autonomes (0,20). L'apparition du spécialiste n'est corrélée qu'avec la mise en place d'équipes de travail autonomes mais très faiblement (0,08 pour la modalité forte). On a pu vérifier par ailleurs qu'elle était légèrement corrélée à une hausse des niveaux hiérarchiques. Enfin, la régression de la sphère de responsabilité de la hiérarchie n'est pas significativement corrélée à une baisse des niveaux hiérarchiques, alors qu'elle l'est avec la mise en place d'équipes de travail autonomes.

(5) L'accroissement des compétences requises et la formation

Les questions d'organisation forment le premier sommet du triangle de relations que nous considérons. Le second concerne les compétences. On distingue trois catégories de main-d'œuvre : les ouvriers, les techniciens-agents de maîtrise et les ingénieurs et cadres. On sait, de plus, si des actions spécifiques de formation ont été réalisées pour chacune de ces catégories.

Les réorganisations ont, sous plusieurs aspects, des implications fortes en matière de compétence et de formation : l'introduction de techniques de pointe, les modifications dans la division du travail, les interactions plus fortes entre intervenants modifient les compétences demandées à chacun. Les ouvriers et les

techniciens-agents de maîtrise sont les deux catégories de main d'œuvre dont les compétences requises évoluent le plus (tableau 1.11). 76% des entreprises réorganisées déclarent un accroissement des compétences requises des ouvriers, 79% pour les techniciens-agents de maîtrise. La plupart du temps, cet accroissement des compétences est assorti d'actions de formation. 81% des entreprises réorganisées déclarent de telles actions pour les ouvriers, 82% pour les techniciens-agents de maîtrise.

[Insérer tableau 1.11]

L'enrichissement des tâches des opérateurs, ainsi que le développement de l'aspect collectif du travail impliquent un accroissement des compétences requises des ouvriers. Il en est de même de l'introduction de la gestion de la maintenance assistée par ordinateur. L'implication plus forte des ouvriers-opérateurs nécessite une capacité plus grande à résoudre les problèmes rencontrés lors de la production et une bonne connaissance du produit et des techniques.

La fonction des techniciens-agents de maîtrise, quant à elle, semble évoluer vers l'animation d'équipes d'opérateurs dont les responsabilités se sont accrues et vers un rôle d'interface avec le reste de l'entreprise. Ainsi, les compétences requises de cette catégorie de main d'œuvre sont surtout sensibles à la dimension collective du travail, au développement de la sphère d'intervention du spécialiste et au resserrement des liens entre la production et les autres services et l'extérieur de l'entreprise.

Les compétences des ingénieurs et des cadres sont, certes, moins touchées par les réorganisations, mais 57% des entreprises réorganisées déclarent exiger un accroissement de leurs compétences à cette occasion. Cela se traduit néanmoins par

un peu moins d'actions de formation (55% des entreprises réorganisées). Tout comme pour les techniciens et agents de maîtrise, les compétences des cadres sont surtout liées à l'introduction de groupes de travail et d'équipes de travail autonomes ainsi qu'au renforcement de liens formels avec les autres services et l'extérieur de l'entreprise.

Toutes les corrélations entre ces variables sont positives et significatives : les entreprises réorganisées demandent à l'ensemble de leur main-d'œuvre des compétences accrues (tableaux 1.12). Les techniciens et agents de maîtrise semblent jouer un rôle central : leurs compétences sont très sensibles à l'évolution des compétences des ingénieurs et cadres (corrélation de 0,47), comme à celle des compétences des ouvriers (corrélation de 0,35). Le lien entre la dynamique des compétences ouvrières et celle des compétences des ingénieurs et cadres est plus faible mais il reste significatif (0,17). De plus, l'accroissement des compétences requises est fortement corrélé à la mise en place d'actions de formation spécifiques dans l'entreprise.

[Insérer tableau 1.12]

(6) Les changements technologiques : automatisation et informatisation

Nous avons examiné l'organisation et les compétences. Le troisième sommet du triangle regroupe les variables sur la technologie. 48% des entreprises réorganisées utilisent des robots ou des machines outils à commandes numériques (MOCN) alors que ce nombre s'élève à 19% dans les autres entreprises (tableau 1.13).

[Insérer tableau 1.13]

Les réorganisations sont également accompagnées de l'introduction de systèmes de production assistés par ordinateur[11]. C'est tout particulièrement le cas pour la gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO 18% contre 6%) qui est le système le plus rare. Plus la technologie s'est diffusée sur la période, moins l'écart est marqué, de la conception et fabrication assistées par ordinateurs (CFAO) à la gestion des stocks assistée par ordinateurs (GSAO) en passant par la gestion de la production assistée par ordinateur (GPAO).

L'usage des technologies avancées est d'autant plus fréquent que la taille de l'entreprise est élevée. Mise en place de procédés de production nouveaux et réorganisations apparaissent donc comme fortement complémentaires et ceci tout particulièrement dans les grandes entreprises.

Les corrélations entre ces variables sont positives (tableau 1.14). Ceci traduit la nature cumulative des investissements en technologies avancées : plus on adopte ces technologies, plus la probabilité d'en adopter de nouvelles est élevée. Les corrélations entre systèmes de production assistés par ordinateur sont de même ordre de grandeur (autour de 0,15 pour les entreprises ayant déclaré une réorganisation), à l'exception de celle unissant GPAO et GSAO, qui est particulièrement élevée (0,44). Ces deux systèmes ont été les plus fréquemment introduits entre 1988 et 1993. Les corrélations entre acquisition de systèmes de production assistés par ordinateur et automatisation sont plus faibles et moins régulièrement significatives que les

---

[11] Il y a une différence de nature entre la question posée pour les robots et les MOCN et celles posées pour les systèmes assistés par ordinateur (questions Q44 pour la première, Q51 à Q52 pour les secondes ; ces questions sont reportées dans l'annexe I.1). Dans le premier cas, on a une information sur l'usage (en niveau), dans le second, une information sur l'adoption (en variation). Dans la suite du texte, pour des raisons de commodité, nous parlerons d'adoption pour l'ensemble des technologies.

premières. L'usage de MOCN ou robots est surtout associé à l'introduction de la CFAO, à laquelle s'ajoute la GMAO lorsque ces machines automatiques sont liées.

[Insérer tableau 1.14]

Les corrélations sont nettement plus élevées sur l'échantillon total que sur l'échantillon des entreprises réorganisées. Cela s'explique simplement par le fait que les entreprises qui ne se sont pas réorganisées ont été moins nombreuses (62%) à changer leur technologie que les autres (93%). Changements technologiques et organisationnels vont ainsi de pair.

Au total, les changements organisationnels que l'on mesure à partir de l'enquête « changement organisationnel » ont une physionomie qui est proche de la description « managériale » et optimiste de notre section 1-b. Ceci est peu surprenant : nous avons pris appui sur cette description pour formuler les questions de l'enquête ; ce sont des représentants de l'entreprise qui ont répondu ; en centrant le questionnaire sur la production, nous n'avons pas pu saisir les mouvement affectant la structure générale des activités de l'entreprise. Seul notre résultat sur les objectifs des réorganisations suggère deux types de stratégies. Mais elles ne s'opposent pas forcément.

Notre analyse de l'allocation des tâches au sein de l'atelier produit, elle aussi des résultats nuancés. La décentralisation n'implique pas l'effacement total de la hiérarchie mais plutôt la multiplication des personnes responsables, et éventuellement la dilution de la responsabilité. S'il y a intégration des tâches au niveau de l'opérateur, le spécialiste ne disparaît pas pour autant et ses prérogatives au sein de l'atelier peuvent se développer.

Le resserrement des liens formels entre la production et les autres services, ainsi que l'ampleur de la diffusion des normes de qualité témoignent du mouvement de formalisation. Enfin, même si la littérature managériale insiste sur l'absence de liens systématiques entre investissement matériel et nouveau modèle de management, les investissements en technologies avancées semblent aller de concert avec les changements organisationnels. Nous allons examiner à présent les données statistiques construites à partir des réponses des salariés.

b) La statistique des salariés : autonomie et contraintes

En France, les enquêtes auprès des salariés sont les premières enquêtes statistiques officielles à avoir abordé les questions d'organisation du travail. Les premières enquêtes sur le travail réalisées auprès de salariés étaient destinées à faire le point sur les conditions de travail. L'interrogation s'est ensuite élargie à l'organisation du travail et aux nouvelles technologies.

Les résultats dont nous allons faire état dans cette section sont issus des enquêtes « Conditions de Travail » de 1984 et 1991[12] et des enquêtes sur la technique et l'organisation du travail (TOTTO) de 1987 et 1993. Même si les salariés sont à chaque fois interrogés sur leurs conditions de travail ou sur les caractéristiques de leur poste de travail à la date de l'enquête, cette succession d'enquêtes comportant des questions communes permet de se faire une idée des changements dans la perception que les salariés ont de leur travail. Dans la mesure où les questions formulée dans ces enquêtes sollicitent la subjectivité des salariés, on peut se demander s'il est raisonnable d'établir des comparaisons dans le temps. Les concepteurs de l'enquête «Conditions de Travail » se sont posés cette question en

[12] L'enquête « Conditions de Travail » a été répétée en 1998.

confrontant les enquêtes de 1984 et de 1991 car ils furent surpris de découvrir que les statistiques révélaient une nette détérioration des conditions de travail (Gollac, 1994 ; Cahier travail et emploi, 1995). Après avoir passés en revue différentes causes possibles tenant au protocole d'enquête, ils conclurent que celles-ci ne pouvaient avoir qu'un impact très limité sur les tendances observées. La détérioration des conditions de travail telles qu'elles sont perçues par les salariés vient à la fois d'une meilleure objectivation de celles-ci (information, mouvements revendicatifs etc.) et de mouvement de fond affectant le travail au quotidien de tout un chacun.

L'annexe I.2, située à la fin de la partie I présente un bref historique de cette série d'enquêtes, puis elle reprend les questions utilisées dans cette section, et surtout dans la section B-2 où nous proposons un traitement particulier de l'enquête TOTTO 1987 sur un champ homogène à celui de l'enquête « changement organisationnel ».

(1) Les réseaux de communications

Les enquêtes TOTTO comportent un ensemble de questions sur la communication dans le cadre du travail. Le tableau 1.15, extrait de Aquain, Bué et Vinck (1994) reprend une partie de ces questions et présente les fréquences calculées pour cinq grandes qualifications en 1987 et 1993. Les questions considérées distinguent les consignes et les indications reçues par les salariés et émises par différents interlocuteurs, les demandes de renseignements et les discussions sur le contenu du travail. Il s'agit donc bien d'échanges dans le cadre du travail et non pas de discussions informelles à la cantine ou autour de la machine à café (bien que celle-ci puissent aussi se rapporter au travail).

[Insérer tableau 1.15]

La plupart de ces échanges d'informations se développent pour toutes les catégories de main d'œuvre entre 1987 et 1993. Seuls les échanges avec la hiérarchie, qui concernaient plus de 80% des salariés en 1987 restent stables ou régressent légèrement, ainsi que les discussions sur le contenu du travail et les consignes et indications reçues d'autres personnes dans l'entreprise. Les échanges avec les collègues et des personnes extérieures à l'entreprise, ainsi que les demandes de renseignement auprès d'autres personnes de l'entreprise se développent sensiblement. A ces échanges d'informations de type bilatéral s'ajoutent les échanges réalisés dans le cadre formel de réunions : en 1993, 26% des salariés (16% des ouvriers qualifiées et 13% des ouvriers non qualifiés) déclarent s'exprimer collectivement sur leur travail dans le cadre de réunions régulières.

L'exploitation d'une autre question de l'enquête TOTTO portant sur les moyens utilisés pour communiquer montre que les contacts à distance ont fortement progressés (Moatty, 1994). La part des salariés recevant des instructions orales via un support phonique est passée de 38% en 1987 à 43% en 1993. L'usage d'instructions écrites s'est largement répandu, passant de 47% à 55%. Enfin, les instructions écrites transitant par l'intermédiaire d'une machine ont connu une progression spectaculaire (4% à 10%), liée à la diffusion des systèmes de messagerie informatique.

Comme le réseau de communication autour du poste de travail, la nature et la diversité des canaux de communication utilisés sont liées à la stratification sociale. Les salariés les moins diplômés et les moins qualifiés échangent dans un système de contacts de proximité effectués de vive voix qui permettent la supervision directe et la négociation, alors que les systèmes de contact les plus élaborés concernent les cadres et les diplômes du supérieur. Cependant, le développement du réseau de communication et des contacts distants s'observe y compris à l'intérieur de la catégorie des ouvriers, indiquant que l'on demande de plus en plus à ces derniers de

se comporter comme des « cadres » dans leur travail. L'usage croissant de l'écrit dans le cadre du travail traduit directement un mouvement de formalisation croissante dans les entreprises françaises.

(2) Autonomie et contraintes

Plusieurs questions de l'enquête TOTTO mesurent l'autonomie des salariés, ou plus précisément, leur marge d'initiative comme un écart entre les prescriptions qui pèsent sur le travail et le travail effectivement réalisé. Une de ces questions est reportée dans le tableau 1.16, extrait de Aquain, Bué et Vinck (1994). Elle indique ce que fait en général le salarié lorsqu'un incident se présente : il le règle directement, il le règle mais dans des cas prévus à l'avance seulement, il fait généralement appel à d'autres. Présente dans les enquêtes TOTTO de 1987 et 1993, cette question a aussi été reprise dans l'enquête « Conditions de Travail » de 1991. La proportion de salariés déclarant régler directement le problème est en nette progression puisqu'il passe de 43% en 1987 à 54% en 1993. Ce changement touche d'avantage les catégories d'exécution (ouvriers et employés) que les cadres chez qui l'initiative était déjà élevée en 1987. Les autres variables mesurant l'autonomie évoluent dans le même sens : moindre «application stricte des consignes », choix plus fréquent des moyens pour atteindre un objectif fixé, possibilité de faire varier les délais.

[Insérer tableau 1.16]

La hiérarchie fait donc peser moins de contraintes sur la définition du travail, mais cela ne veut pas dire que les contraintes disparaissent, elles ont plutôt tendance à se déplacer (Valeyre, 1998). Si la hiérarchie détermine moins le contenu du travail, son rôle de supervision ne semble pas reculer, surtout concernant la main d'œuvre ouvrière : 33% des ouvriers qualifiés (37% des ouvriers non qualifiés) déclarent un

rythme de travail imposé par les contrôles permanents exercés par la hiérarchie en 1993 alors que cette fréquence s'élevait à 20% (24%) en 1984 (tableau 1.17).

[Insérer tableau 1.17]

Par ailleurs, comme le soulignent Aquain, Bué et Vinck (1994), de plus en plus de salariés se situent dans des modes opératoires précis, régis par des délais, des consignes, des modes d'emploi, des ordres. Les normes et les délais d'une journée maximum représentent 44% des salariés en 1993 alors qu'ils ne concernaient que 19% d'entre eux en 1984 (38% en 1991). Ce sont les ouvriers qui sont le plus soumis à cette contrainte : en 1993, elle pèse sur 65% des ouvriers qualifiés et 61% des ouvriers non qualifiés. Les ouvriers sont aussi plus fréquemment exposés aux contraintes machiniques : la cadence automatique d'une machine fixait le rythme de travail de 8% des ouvriers qualifiés en 1984, alors qu'elle concerne 16% d'entre eux en 1993 (respectivement 15% et 23% pour les ouvriers non qualifiés) et l'on observe un mouvement comparable pour le déplacement automatique d'un produit ou d'une pièce.

Enfin, la demande des clients ou du public et la dépendance vis à vis du travail de collègues imposent une contrainte immédiate sur le rythme de travail d'un nombre croissant des salariés : 58% d'entre eux sont concernés par la première contrainte et 26% par la seconde en 1993. La contrainte venant du marché est relativement plus forte dans le secteur tertiaire alors que la dépendance vis à vis des collègues est une contrainte plus industrielle.

(3) Intensification du travail

Le renforcement des pressions temporelles sur le rythme de travail est un des éléments qui pourrait témoigner d'un mouvement d'intensification du travail (Gollac

et Volkoff, 1996). A ceci s'ajoute la persistance des pénibilités physiques (porter des charges lourdes, travailler dans la saleté, respirer des poussières, rester longtemps debout, etc.) et des risques (manipuler des produits toxiques ou nocifs, risquer d'être blessé par des outils ou des matériaux etc.) au travail (Cézard, Dussert, Gollac, 1993a). Ces résultats ont conduit à s'interroger sur la robustesse des enquêtes « Conditions de Travail » pour réaliser des comparaisons dans le temps. Mais le regain des accidents du travail entre 1988 et 1991, ainsi que le développement de certaines maladies professionnelles plaident en faveur d'une dégradation réelle des conditions de travail plus que d'un effet de perception (Aquain, Cézard, Charraud et Vinck, 1994). Néanmoins, selon ces auteurs, il est fort possible que l'autonomie accrue, associée à une pression temporelle plus forte et à des horaires plus éclatés aient rendu les nuisances physiques plus difficiles à supporter.

Enfin, au-delà des pénibilités physiques, le charge mentale au travail concerne une part importante des salariés[13]. Le travail industriel nécessite une vigilance forte : en 1991, 40% des ouvriers déclarent ne pas pouvoir quitter leur travail des yeux (tableau 1.18). Dans ce cas, le bruit, même modéré devient une gène. Ce sont près de la moitié des salariés qui déclarent devoir retenir beaucoup d'information à la fois ou devoir fréquemment abandonner une tâche pour une autre non prévue.

[Insérer tableau 1.18]

L'accélération des cadences et la diminution des temps morts ont accompagné la montée du « taylorisme », mais il est difficile de soutenir aujourd'hui que ce même mouvement explique le développement des pressions temporelles. Les contraintes de

[13] Les questions sur la charge mentale ont été introduites de manière plus récentes dans les enquêtes. Il faut donc attendre les résultats de l'enquête « Conditions de Travail » de 1998 pour avoir des éléments de comparaison dans le temps.

rythme peuvent être associées à la fois à l'automatisation, aux systèmes de production en flux tendus et aux structures par projet (Valeyre, 1999). De plus, les charges mentales ressenties par les salariés sont le revers de la médaille de l'accroissement de l'autonomie et du développement des échanges d'informations qu'une part des salariés perçoit comme valorisants et positifs. Cappelli et alii (1997) résument très bien ces ambiguïtés et contradictions dans les évolutions en cours :

> *« The good news about work organization is, first, that these new arrangements appear to be more effective for organizations. They make it possible to reduce expensive supervision as well as the middle-management structures required to monitor supervisors and ensure compliance with bureaucratic procedures. They also allow organization to be more flexible, to adapt more quickly to change, and to tap the knowledge and ideas of employees. The second bit of cheer is that, as the behavioral research has suggested for decades, employees like the greater autonomy and variety associated with these new work systems and seem to respond with better performance. [...] The contradictions associated with these new systems for organizing work turn on the fact that the needs they generate seem to go in the opposite direction from the trends being introduced in the employment relationship. Thus, while new work systems seem to require greater job security, the reality seems to be that job security has declined. In addition, the new ways of organizing work require more employer training, but the incentives for employers to provide that training are reduced » pp. 8-9.*

Ces lignes ne décrivent pas le cas de la France, mais celui des Etats-Unis. Elles pourraient néanmoins s'y appliquer. Même si le diagnostic d'une intensification du travail mérite d'être poussé plus loin, on peut considérer qu'elle aurait été rendue possible par la persistance d'un chômage à un niveau élevé qui a accru la concurrence entre les salariés (Gollac et Volkoff, 1996). Mais contrairement au cas américain, le choix politique implicite fait en France a été de faire porter le poids des ajustements sur les jeunes générations entrant sur le marché du travail, moins représentées politiquement et syndicalement et moins mobilisées car atomisées par la

crise et par la sélection à l'œuvre dans le système scolaire. Par ailleurs, les salariés en place, sous la menace des licenciements devaient s'adapter aux changements. Ceci est source de tensions dans le travail et entre générations.

Et l'on retrouve le paradoxe énoncé par Cappelli et alii (1997) : alors que les nouvelles formes d'organisation nécessitent une stabilité de la main d'œuvre permettant l'investissement dans les réseaux de communication et dans des compétences spécifiques, liées à l'entreprise, l'excès d'offre sur le marché du travail a conduit à précariser la main d'œuvre jeune pourtant passée de manière beaucoup plus massive par le système scolaire que les générations précédentes. De l'autre côté de la pyramide des âges, les travailleurs les plus expérimentés sont soit poussés vers une retraite anticipée, soit ils sont plus fréquemment touchés par le chômage de longue durée. Ce rapport de force asymétrique entre employeurs et salariés et les choix associés peuvent fragiliser l'implantation des formes les plus innovantes (et socialement « vertueuses ») d'organisation. Dès lors, le thème de l'intensification du travail souligne le fait que les nouvelles formes d'organisation ne doivent pas être seulement jugées à l'aune de leur effet sur la compétitivité ou la valeur boursière des entreprises, elles doivent aussi être appréciées en fonction de leur coût social, et ceci d'autant plus que le vieillissement à venir de la population active fait que les ressources humaines sont appelées à se raréfier.

(4) Technologies

Parallèlement aux changement dans les caractéristiques organisationnelles des postes de travail, les nouvelles technologies n'ont cessé de s'étendre. Entre 1991 et 1993, la progression annuelle moyenne des usages professionnels de l'informatique a atteint 7% (Aquain, Cézard, Gollac et Vinck, 1994). Tout en se diffusant, l'usage se renouvelle : sur cette période, la micro-informatique a eu tendance à remplacer

l'informatique lourde tandis que les outils de télécommunication comme le minitel ou le fax deviennent d'un usage courant (tableau 1.19). Le recours à l'informatique est plus important dans les grandes que dans les petites entreprises et il se diffuse comme un bien de luxe dans le milieu professionnel, avec des catégories sociales supérieures plus souvent équipées même si leur usage de l'outil informatique est souvent moins intense. Même si les ouvriers sont moins souvent équipés que les autres catégories socioprofessionnelles, ils ne restent pas à l'écart de la diffusion des technologies informatiques : 7% des ouvriers qualifiés utilisaient un ordinateur en 1987 et 14% en 1993. Pour les ouvriers non qualifiés, l'usage des ces technologies passe de 3% à 7%.

[Insérer tableau 1.19]

La vidéo, qui inclus tous les appareils de télésurveillance connaît une forte expansion entre 1987 et 1991, surtout chez les cadres et les professions intermédiaires. Enfin, les technologies industrielles comme les Robots ou les MOCN sont les moins répandues et elles concernent avant tout les ouvriers, qui les utilisent moins souvent que l'informatique. Mais ces technologies se diffusent : l'usage des MOCN chez les ouvriers qualifiés passe de 2% en 1987 à 7% en 1993 et l'usage d'un robot (qui inclut tous les appareils de manipulation qui peuvent se déplacer dans les trois dimensions) de 3% à 4%. Lorsque l'on compare ces données aux informations issues de l'enquête «changement organisationnel» (tableau 1.13), on observe que ces technologies se sont plus diffusées parmi les entreprises (43% des entreprises industrielles de plus de 50 salariés ont l'une ou l'autre des technologies) que parmi les salariés : contrairement à l'informatique, ces outils ne nécessitent que peu de main d'œuvre pour les actionner.

La mise en relation des variables de technologie et d'organisation (en contrôlant la qualification) montre que les salariés qui ont recours à l'informatique s'insèrent dans un réseau de communication plus large et ont une initiative qui se voit plus souvent sollicitée tout en étant soumis à la fois à des règles et à la pression de la demande (Cézard, Dussert et Gollac, 1992). Ils indiquent aussi une pression psychologique plus grande que les autres salariés. Les utilisateurs d'informatique semblent donc se trouver au cœur des tensions et contradictions que nous avons évoquées au sujet des changements organisationnels.

L'étude de Cézard, Dussert et Gollac (1994) montre aussi qu'en comparaison avec l'informatique, les robots et les machines outil à commande numérique n'entretiennent des liens que très limités avec l'organisation du travail. Le travail des utilisateurs de ces équipements ressemble à celui de leurs collègues non utilisateurs. On observe néanmoins que les ouvriers travaillant sur machines outils à commande numérique ont un travail un peu plus encadré que leurs collègues qui travaillent sur machines classiques et ils dépendent plus de la demande que leurs collègues qui utilisent un robot.

Au total, lorsque l'on examine les réponses des salariés aux enquêtes sur les conditions de travail et sur l'organisation du travail, on retrouve plutôt la vision « pessimiste » des changements organisationnels présentée dans la section 1-b. Si l'on peut considérer que le contexte des enquêtes sur les conditions de travail suscite un biais négatif de réponse (les conditions de travail se «dénoncent »), on ne peut utiliser cet argument à propos des enquêtes sur la technique et l'organisation du travail. Les salariés confirment l'existence de contradictions à l'œuvre au sein du nouveau modèle de management qui se résolvent bien souvent au niveau des postes de travail par une dépense d'énergie accrue. Ces enquêtes permettent par ailleurs de

découvrir une pression temporelle accrue sur le travail et elles confirment le mouvement de formalisation.

c) Autres enquête statistiques sur l'organisation du travail : quelques points de comparaison

Cette section est destinée à souligner l'existence d'autres sources plutôt qu'à en faire une présentation approfondie. Lhuillerie (1997) propose un état des lieux plus systématique sur le contenu et l'orientation des différentes enquêtes. La conduite d'enquêtes sur le changement organisationnel en est encore à un stade expérimental, ce qui rend la comparaison entre sources très difficile. Dans la partie III, nous allons faire référence à certaines études empiriques s'appuyant sur ces sources lorsque la méthodologie utilisée est comparable à la nôtre.

(1) Une autre enquête française : l'enquête REPONSE

En France[14], l'enquête REPONSE (enquête « Relations Professionnelles et Négociation d'Entreprise »), réalisée en 1993 et répétée en 1999, fournit une description précise des processus formels et informels de concertation, de négociation et de conflit, en liaison avec les pratiques organisationnelles et salariales des entreprises. En 1993, c'était un supplément à l'enquête sur les coûts de la main d'œuvre et la structure des salaires, réalisée par enquêteur auprès de l'employeur et du secrétaire du comité d'entreprise. 3000 établissements de toutes tailles et de tous secteurs appartenant à des entreprises de plus de 50 salariés ont été interrogés.

---

[14] La banque de France a développé une enquête d'analyse stratégique portant le nom de « SESAME ». C'est une enquête annuelle lancée en 1991 et réalisée par des enquêteurs auprès de chefs d'entreprise volontaires. 2000 entreprises industrielles de 50 à 2000 salariés appartenant à la centrale de bilan de la banque de France sont interrogées. Certaines questions de cette enquête ont trait à l'organisation du travail. Nous n'avons pas connaissance des éventuelles exploitations associées à cette enquête.

L'enquête REPONSE s'inspire de l'enquête « Workplace Industrial Relations » (WIRS) réalisée au Royaume-Uni en 1980, 1984 et 1990, dans la tradition de l'école anglaise des « industrial relations ». Cette enquête a aussi fait des émules en Australie où une enquête « AWIRS » a vu le jour en 1995. C'est donc un outil adéquat pour travailler sur des comparaisons France, Royaume-Uni, Australie, mais il est beaucoup plus riche sur les questions associées aux relations professionnelles qu'en matière d'organisation du travail.

L'enquête REPONSE de 1993 confirme ce que l'on observe à partir de l'enquête « changement organisationnel ». Nombreux sont les établissements industriels qui déclarent utiliser les nouveaux dispositifs organisationnels comme le juste-à-temps, la baisse des niveaux hiérarchiques, les cercles de qualité, les groupes pluridisciplinaires, les équipes de travail autonomes ou les normes de qualité de type ISO (Coutrot, 1995).

Ces dispositifs n'ont pas un effet univoque sur le travail. Les groupes pluridisciplinaires et la baisse des niveaux hiérarchiques favorisent une prescription[15] plus faible, un contrôle moins permanent de la réalisation du travail et des politiques de formation plus intensives que les flux tendus ou les normes de qualité. Coutrot (1995) en déduit que la pratique du «juste-à-temps », très répandue dans l'industrie agroalimentaire, les biens de consommation et la sous-traitance automobile ressemble plus à une forme de taylorisme modernisée qu'à un nouveau modèle de management. Enfin, si les chefs d'entreprise tirent un bilan satisfaisant de l'implication des salariés dans l'organisation du travail au moyen de dispositifs

---

[15] La prescription est mesurée au moyen de la question suivante, posée à un responsable d'établissement : « Le travail à accomplir est-il défini plutôt par une description des tâches précises à exécuter (prescription forte), ou plutôt par la fixation d'objectifs globaux (prescription faible) ? ».

participatifs (cercle de qualité, réunions d'atelier et de bureau, groupes d'expression), les représentants du personnel mettent davantage l'accent sur la crainte du chômage comme facteur de motivation des salariés (Coutrot et Paraire, 1994).

A l'étranger, nous n'avons pas connaissance d'enquêtes réalisées auprès des salariés comparable à l'enquête TOTTO. En revanche, outre les enquêtes « WIRS » déjà évoquées, un certain nombre d'enquêtes auprès d'entreprises ou d'établissements ont été conduites.

(2) Les enquêtes américaines

Aux Etats-Unis, une première enquête américaine a été réalisée 1992, intitulée « National Survey of Establishments » (Osterman, 1994), suivie par une autre enquête, en 1994, « l'EQW-NES » (« Educational Quality of the Worforce National Employer Survey ») qui intègre des questions concernant l'organisation du travail (Black et Lynch, 1997). Toujours aux Etats-Unis, Ichniowski, Shaw et Prennushi (1997) ont recueilli une information détaillée, avec une dimension temporelle, sur l'organisation du travail auprès d'un échantillon de lignes de production dans l'industrie sidérurgique. Enfin, Brynjolfsson et Hitt (1997a) ont mené leur propre enquête en prenant modèle sur celle de Osterman avec trois vagues d'interrogation, entre l'été 1995 et l'été 1996.

L'enquête de Osterman a fait date. 875 établissements américains de plus de 50 salariés ont été sélectionnés dans le fichier d'établissements de Dun et Bradstreet. Ces établissements sont aussi bien rattachés à l'industrie qu'au tertiaire marchand. Le taux de réponse est de 66%, ce qui est élevé comparé aux taux généralement obtenus aux Etats-Unis. Le questionnaire demande au répondant de se focaliser sur la main

d'œuvre du « cœur de métier » de l'établissement[16], qui correspond aux ouvriers pour 86% des établissements industriels. Osterman (1994) mesure la pénétration de quatre pratiques organisationnelles en mesurant la part concernée de la main d'œuvre du cœur de métier : le travail en équipes autonomes (« self directed work teams »), la rotation sur plusieurs postes de travail (« job rotation »), les groupes de résolution de problèmes (« employee problem solving groups or quality circles ») et les démarches de qualité totale (Total Quality Management). Selon Osterman, l'usage par l'établissement d'une combinaison de ces pratiques indique une proximité au nouveau modèle de management qu'il désigne par « flexible work organization » (organisation du travail flexible). En 1992, 16% des établissements industriels interrogés n'utilisent aucune de ces pratiques, 50% utilisent les équipes de travail autonome, 56% la rotation sur plusieurs postes, 45% une démarche de qualité totale et 46% les groupes de résolution de problème.

Ces chiffres ne sont pas très éloignés de ce que l'on obtient avec l'enquête « changement organisationnel » de 1993, à ceci près que les normes de qualité semblent un peu plus diffusées en France (69% des entreprises industrielles les ont adoptées entre 1988 et 1993) et les équipes de travail autonome un peu moins (l'adoption de cette pratique concerne 43% des entreprises industrielles). La comparaison est néanmoins fragile car les deux enquêtes n'ont pas été conduites auprès des mêmes unités (établissement versus entreprise) et l'information recueillie n'est pas de même nature (utilisation de la pratique en 1992 versus adoption entre

[16] La main d'œuvre du cœur de métier est la traduction de l'expression « core jobs » utilisée par Osterman. La définition qu'il en donne est la suivante : « le groupe le plus important de travailleurs qui ne sont ni superviseurs, ni gestionnaires et qui sont impliqués directement dans la fabrication du produit ou la fourniture du service dans lequel l'établissement est spécialisé ». Osterman utilise cette définition car son enquête porte sur des secteurs des services aussi bien que sur l'industrie. Il ne peut donc *a priori* désigner une qualification. Cette notion recoupe celle, plus imprécise, de « main d'œuvre directe ».

1988 et 1993). Lorsque l'on tient compte de la pénétration des pratiques en ne considérant que les dispositifs utilisés par plus de 50% des salariés, les fréquences obtenues chutent entre 13% (démarche de qualité totale) et 19% (rotation).

Notons enfin l'écart important dans la taille des échantillons et les taux de réponse : L'échantillon de l'enquête «changement organisationnel » regroupe 1824 entreprises industrielles de plus de 50 salariés correspondant à un taux de réponse de 75% alors que moins de 700 établissements (industrie et tertiaire marchand) sont répondants dans l'enquête de Osterman. Cela pose un problème de représentativité qui fragilise les travaux s'appuyant sur des agrégats sectoriels construits à partir de cette source (Askenazy, 1998).

D'une manière générale, les statistiques américaines sur l'organisation du travail posent des problèmes de représentativité. Notamment, les données de Brynjolfsson et Hitt (1997a) s'appuient sur un échantillon biaisé puisqu'il regroupe 416 entreprises appartenant au groupe des 1000 entreprises américaines les plus performantes (Fortune 1000). Il est peu surprenant, dès lors, de trouver que ces entreprises ont un usage performant, à la fois des nouvelles technologies et des nouvelles pratiques managériales (Brynjolsson et Hitt, 1997b). Ce défaut, ainsi que des taux de réponse très bas, grèvent d'autres enquêtes plus anciennes citées par Osterman (1994) et Black et Lynch (1997). Le choix de Ichniowski, Shaw et Prennushi (1997) de se concentrer sur une technologie bien précise en recueillant une information statistique détaillée est, dans ce contexte, plus convainquant.

Enfin, l'enquête utilisée par Black et Lynch (1997) semble plus robuste car elle regroupe les réponses d'un échantillon représentatif d'environ 3000 établissements dont 1831 établissements industriels et elle atteint un taux de réponse de 75%. Les pratiques considérées sont décrites *a priori* comme associées à une performance

accrue (« high performance work systems »). Il s'agit du nombre de niveaux hiérarchiques, de la proportion de salariés travaillant dans des équipes autonomes et se réunissant régulièrement pour discuter du travail, du nombre moyen de salariés par superviseurs (étendue du contrôle) et de l'usage d'une démarche de qualité totale ou de pratiques de « benchmarking ».

(3) Au Canada, en Scandinavie et en Europe

Statistique Canada a lancé une enquête pilote en 1995, suivie d'une enquête en vraie grandeur en 1999 (WES, « Workplace and Employee Survey » ; Ekos Research Associates, 1998). Cette enquête est originale puisque, comme la nouvelle enquête COI que nous avons évoqué en début de chapitre, elle couple un volet « établissements » avec un volet « salariés ». Un suivi dans le temps des établissements et des salariés est prévu lorsque l'enquête rentrera dans sa phase routinière. 1100 établissements et 5000 salariés ont été interrogés dans le cadre de l'enquête pilote de 1995. Les échantillons de répondants sont composés de 747 établissements (taux de réponse de 68%) et 1960 salariés (taux de réponse de 39%). Le faible taux de réponse des salariés vient de ce que la distribution des dossiers « salariés » était assurée par les employeurs qui n'ont pas voulu communiquer à Statistique Canada l'adresse et le numéro de téléphone des personnes sélectionnées sur les listes qu'ils fournissaient.

La définition des changements organisationnels est particulière car elle incorpore, en plus des pratiques qui peuvent être rapprochées de celles que nous avons listés jusqu'à présent, des pratiques de gestion quantitative de la main d'œuvre (travail temporaire, travail à temps partiel, heures supplémentaires, compressions

d'effectifs, adoption d'horaires variables). Par ailleurs la formulation[17] des questions sur l'organisation fait plus référence à des concepts de la théorie des organisations qu'à des pratiques managériales ce qui a pu poser des difficultés aux répondants : on demande à l'établissement si dans les trois dernières années, il a connu une intégration accrue des services fonctionnels, une «refonte » (refonte des méthodes commerciales pour accroître le rendement et la rentabilité), une centralisation accrue par suppression de bureaux secondaires, une décentralisation, une déstratification (élimination de niveaux de gestion), une flexibilité fonctionnelle accrue (rotation d'emplois, polyvalence, gestion de la qualité totale) et un recours accrue aux fournisseurs extérieurs. La « refonte », l'accroissement de la flexibilité fonctionnelle, les compressions d'effectifs et l'intégration sont les changements les plus souvent cités par les établissements canadiens. La «refonte » et les compressions d'effectifs sont les changements qui ont le plus touché à la fois les entreprises et les salariés. Ils visent le plus souvent à atteindre un objectif de réduction des coûts.

Dans les pays scandinaves, quatre enquêtes ont été coordonnées en 1995 : une enquête danoise (DISKO, « Danish Innovation System in a Comparative Perspective » ; Gjerding, 1996), une enquête suédoise («Swedish National Board for Industrial and Technical Developement » ; NUTEK, 1996), une enquête finlandaise et une enquête norvégienne. Ces enquêtes furent lancées dans le cadre du programme de l'OCDE intitulé « Technological and Organizational Change and Labour Demand : Flexible Enterprise – Human Resource Implications ».

---

[17] Les formulations que nous donnons ici sont celles de la version française du questionnaire canadien. En effet, le bilinguisme de ce pays fait que les questionnaires des enquêtes sont en général édités dans les deux langues. Le Français canadien peut être néanmoins différent dans ses expressions du Français standard.

Un échantillon de 1900 entreprises privées de plus de 20 salariés dans l'industrie et de plus de 10 salariés dans les services a été interrogé dans le cadre de l'enquête DISKO. Les taux de réponse sont faible, respectivement 52% et 45% dans chacun de ces secteurs. L'enquête suédoise a été envoyées à 2064 établissements de plus de 50 salariés de l'industrie et des services et a recueilli 707 réponses (34% de taux de réponse). Nous n'avons pas encore trouvé de publication sur les enquêtes finlandaise et norvégienne. Les résultats publiés pour les enquêtes danoise et suédoise (Gjerding, 1996 et NUTEK, 1996) témoignent de la diffusion du modèle « flexible » d'entreprise que nous avons préféré appelé « nouveau modèle managérial » dans notre section 1-b.

Il semble que l'enquête canadienne, en couplant l'interrogation sur le changement organisationnel à une interrogation sur la gestion quantitative de l'emploi favorise implicitement un interprétation plutôt « pessimiste » des changements, alors que les enquêtes scandinaves mettent l'accent sur le caractère innovant des nouvelles formes d'organisation et sur la souplesse que les entreprises y gagnent, valorisant implicitement un regard « optimiste ».

Enfin, une enquête internationale a été réalisée en 1996 par la fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail, siégeant à Dublin (EPOC, « Employee direct Participation in Organizational Change », OCDE 1999). Un échantillon de 5786 entreprises dans 10 pays Européens (OCDE, 1999) a été interrogé. Il s'agit d'entreprises de plus de 50 salariés pour la France, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne et le Royaume-Uni et d'entreprises de plus de 20 salariés pour le Danemark, l'Irlande, les Pays-Bas, le Portugal, et la Suède. Nous avons des réserves sur le domaine de validité de cette enquête sachant que le questionnaire pose d'importants problèmes de traduction, liés à des questions de vocabulaire et aux

spécificités institutionnelles qui marquent chacun des pays. Les taux de réponse varient de 9% (Espagne) à 38% (Irlande), autour d'une moyenne de 21%.

Les questions portent sur l'adoption ou l'extension d'usage d'un certain nombre de dispositifs organisationnels sur la période 1993-1996. On peut classer les pays participants selon leur usage respectif de quatre dispositifs centraux dans le nouveau modèle de management (OCDE, 1999) : l'aplatissement des structures de décision (« flattening of management structures »), l'implication plus grande des employés de première ligne (« involvement of lower level employees »), une organisation du travail centrée sur l'équipe (« team-based work organization ») et la rotation sur plusieurs postes de travail (« job rotation »).

Tout d'abord, les pays du sud (Italie, Portugal et Espagne) ont un schéma d'adoption spécifique puisqu'ils pratiquent moins que les autres pays l'implication plus grande des travailleurs de première ligne et une organisation du travail centrée sur l'équipe. Il ne semble pas, par ailleurs, qu'il existe une configuration type pour l'Europe du nord ou la Scandinavie. Le Danemark pratique très peu le travail en équipes alors que la Suède y fait beaucoup recours. L'Allemagne pratique plus la rotation sur plusieurs postes de travail que les Pays-bas, alors que ces derniers sont fortement utilisateurs de travail en équipes.

Dans la section qui suit, nous allons aller au-delà d'une description de l'évolution des dimensions de l'organisation du travail pour présenter la notion de « modèle industriel » dans les sciences de la gestion, l'économie des conventions et l'économie de la régulation. Avant de mettre les typologies à l'épreuve des enquêtes « changement organisationnel » de 1993 et TOTTO de 1987.

B. Les changements du modèle industriel

Le constat commun à l'ensemble des investigations empiriques est que l'on n'observe pas toutes les combinaisons possibles de pratiques et /ou de caractéristiques organisationnelles avec une fréquence identique. Les entreprises ou les établissements privilégieraient certaines configurations de pratiques ou de changements.

L'idée de configuration est solidement ancrée dans les théories de la contingence structurelle. Les structures organisationnelles, les systèmes de production, les procédures de traitement de l'information, les stratégies et les environnements s'influenceraient mutuellement de manière à favoriser l'émergence d'un petit nombre de structures regroupant de larges fractions de la population des organisations. Cette même observation favorise l'idée que le changement organisationnel ne se fait pas élément par élément car alors, dans une période de transition, la dispersion des configurations serait beaucoup plus grande. Si les organisations se regroupent au sein d'un petit nombre de configurations, les changements organisationnels suivent aussi ce principe et sont plus souvent radicaux que graduels. Miller et Friesen (1984) proposent trois explications au phénomène de configuration organisationnelle:

> *« Hannan and Freeman (1977) have argued that formal organizations may be subject to selection process similar to those of the biological species. Both survive only if they evolve in ways adapted to their environments.* ***Our first argument, then is that Darwinian forces may encourage only relatively few organizational forms to survive in the same setting, their variety and number circumscribed by the dictates of population ecology****.[…]*
>
> *Increasingly, researchers and practitioners alike are coming to see the world in "systems" terms. Everything seems to depend on everything else.[…] Things move together because of their interdependency. And*

that may be a force for the emergence of configurations in organizations. ***Our second argument then is that the organization may be driven toward configuration in order to achieve consistency in its internal characteristics, synergy (or mutual complementarity) in its process, and fit with its situation****. Rather than trying to do everything well, the effective organization may instead concentrate its efforts on a theme, and seek to bring all its elements into line with this.[…]*

Our first point argues that it is the environment that causes adaptation ***in the long run*** *by allowing only a limited number of synergistic and compatible organizational forms to survive. Our second point, not inconsistent with the first but departing from the analogy with the biological species argue that organizations seek to adapt* ***themselves*** *to the dictates of consistency, synergy, and fit. They are able to act "morphogenically". Unlike the biological species, which have to wait generations to adapt, organizations have the capacity to adapt themselves within their own life-times (Simon, 1969)-for example, by effecting transitions from less to more viable configurations.[…]*

And this brings us to our third argument. Were it common for organizations to make such transitions in piecemeal and disjointed fashion, the case for configuration could be weakened. A large number of organizations constantly undergoing piecemeal changes would cause a random cross-section of them to display a great deal of variety. In other words, clustering would break down, and so would our case for configuration.

But the economics of adaptation, as well as some recent empirical evidence, argue for a dramatic quantum approach to organizational change-long periods of the maintenance of a given configuration, punctuated by brief periods of multifaceted and concerted transition to a new one. » pp.22-23. (accentuation des auteurs, *: note non reportée)

Le premier argument a été repris, en économie par le courant évolutionniste (Nelson et Winter, 1982), alors que le second est au cœur de la théorie des complémentarités productives que nous allons examiner dans le chapitre V. Le dernier argument est d'ordre empirique. Il corrobore les observations que nous avons pu faire sur données françaises.

Plus généralement, dans le champ de l'économie, les arguments développés par Miller et Friesen (1984) justifient l'existence de « modèles d'entreprise » ou de « modèles productifs ». Si de tels modèles existent, il est plus pertinent de raisonner directement sur des configurations plutôt que d'examiner des dimensions ou des caractéristiques organisationnelles séparément les unes des autres. Par rapport aux typologies issus de la théorie des organisations, les « modèles » (d'entreprise ou productif) des économistes incorporent des éléments propres à ce champ comme les caractéristiques des produits et de la demande, les principes d'incitation, l'état des relations professionnelles, les compromis avec l'Etat, etc.

Par ailleurs, les consultants en organisation, ainsi que l'OCDE et certains économistes croient en la force de diffusion des meilleurs pratiques (« best practices ») ou des systèmes d'organisation à performance élevée (« high performance work systems »). L'argument sous-jacent serait plutôt le deuxième argument, avec en plus l'idée qu'à un moment donné, un seul modèle domine tous les autres économiquement et socialement. Ce serait le cas aujourd'hui du modèle de « l'entreprise flexible » qui oriente fortement les questions posées dans certaines enquêtes nationales comme celles réalisées dans les pays scandinaves. Dans ce cas, la diversité organisationnelle procède d'obstacles à la diffusion des meilleures pratiques, engendrés par le manque d'information des chefs d'entreprise, une législation inadaptée, un manque de moyens financiers ou humains, etc. L'idée d'un modèle dominant se retrouve aussi chez les radicaux américains (Piore et Sabel, 1984) et dans l'école française de la régulation (Boyer, 1991), mais plus comme hypothèse heuristique, s'intégrant dans une approche macro-économique et historique.

Dans une première section, nous allons tout d'abord présenter trois typologies de « configurations ». La première, proposée par Mintzberg (1981) repose sur une

synthèse de l'ensemble des travaux empiriques associés aux théories de la contingence structurelle. Les deux autres sont issus de travaux d'économistes français. Nous allons reprendre tout d'abord la typologie des « modèles d'entreprise » proposée par Eymard Duvernay (1987), l'un des fondateurs de l'économie des conventions et reformulée par Salais et Storper (1991), puis nous présenterons les «modèles productifs » stylisés par Boyer (1991) dans le cadre de l'économie de la régulation.

Dans une second section, nous construisons des taxonomies d'entreprise en appliquant l'analyse des correspondances multiples, puis une classification ascendante hiérarchiques aux réponses des ouvriers appartenant à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés dans l'enquête TOTTO de 1987 d'une part, aux données issues de l'enquête «changement organisationnel » d'autre part. Nous nous focalisons donc dans ces exploitations sur l'industrie française entre 1987 et 1993.

1. Trois typologies d'entreprises

a) Un point de vue des sciences de la gestion : Mintzberg

Mintzberg (1981), en synthétisant un grand nombre de travaux empiriques, a cherché à caractériser les éléments centraux de l'organisation des entreprises et à montrer comment leur combinaison peut être influencée par certains facteurs de contexte. La taille, le système technique et l'environnement de l'entreprise (le savoir utilisé, la nature des produits, des clients, des concurrents etc.) sont les trois principaux facteurs qui impriment leur marque sur l'organisation. Le système technique a deux caractéristiques principales : son degré de sophistication et le degré de régulation qu'il exerce sur ceux qui l'utilisent. L'environnement peut être plus ou moins stable (l'instabilité implique que le travail devient difficile à prévoir) et plus ou moins complexe (la complexité exige l'acquisition d'un savoir étendu sur les produits,

les clients, etc.). Mintzberg décrit aussi cinq mécanismes de coordination qu'il associe à cinq configurations différentes. Le tableau 1.20 reprend un tableau synthétique issu de la traduction française de son ouvrage de 1981.

[Insérer tableau 1.20]

L'entreprise y est schématiquement représentée en cinq parties : le centre opérationnel, le sommet stratégique, la ligne hiérarchique, la technostructure et les fonctions de support. Le centre opérationnel regroupe les opérateurs, c'est à dire tous les membres de l'organisation dont le travail est directement lié à la production des biens et des services. Les opérateurs accomplissent quatre tâches essentielles : ils se procurent ce qui est nécessaire à la production, ils assurent la production proprement dite, ils distribuent les produits et les services et ils assurent les fonctions de support direct comme la maintenance et la tenue des stocks. Le « sommet stratégique » fait en sorte que l'organisation remplisse efficacement ses missions dans l'intérêt de ceux qui la contrôlent. Il est relié au « centre opérationnel » par une « ligne hiérarchique ». La technostructure regroupe tous les « analystes » de l'entreprise qui sont les moteurs de la standardisation dans l'organisation : spécialistes de la planification, des méthodes, de l'ordonnancement de la production, de la recherche opérationnelle, comptables et contrôleurs de gestion, formateurs. Les fonctions de support, enfin, apportent aux flux de travail des ressources qui ne lui sont qu'indirectement utiles : des conseillers juridiques et des spécialistes des relations publiques qui assistent le sommet stratégique ; des unités consacrées à la R&D, des experts des relations sociales et de la tarification qui servent les niveaux intermédiaires de l'entreprise ; les responsables de la paie, du courrier, la cantine, le personnel d'entretien qui apportent leurs services au centre opérationnel.

Les entreprises de petite taille, opérant dans un environnement instable et simple et utilisant des technologies non régulatrices et non sophistiquées seraient plutôt caractérisées par une «coordination par supervision directe » : le pouvoir de décision se concentre entre les mains du chef d'entreprise qui détermine et contrôle directement le travail. Les entreprises qui utilisent la coordination par supervision directe comme mode de coordination sont des «structures simples ». Les postes de travail y sont peu spécialisés et les travailleurs peu autonomes, même si le contenu de leurs tâches est peu standardisé.

Dans une grande entreprise insérée dans un environnement stable et simple et utilisant une technologie régulatrice et peu sophistiquée, c'est la «coordination par standardisation du travail et / ou des produits » qui a de fortes chances d'être dominante : un groupe d'experts de la technostructure détermine des procédures standardisées qui régulent le travail. Ces procédures peuvent être intégrées aux équipements (chaîne par exemple) ou prendre la forme de consignes détaillées ou de normes à respecter. La standardisation, en simplifiant le travail, permet à une main d'œuvre peu qualifiée de faire un travail qui autrement nécessiterait les compétences d'un cadre. Cette transformation de l'organisation avec la taille découle notamment du problème de saturation des niveaux supérieurs de la hiérarchie qui ne peuvent plus déterminer et contrôler à eux seuls le travail lorsque la taille dépasse un certain seuil.

En fait Mintzberg distingue la « coordination par standardisation du travail » de la « coordination par standardisation des productions ». Le premier mode de coordination est celui qui domine la «bureaucratie mécaniste » alors que le second caractérise la « structure divisionalisée ». Ces deux catégories d'entreprises sont tout à fait comparables aux formes U pour « unitaires » et M pour « multidivisionnelles » décrites par Chandler (1977, 1990). La firme multidivisionnelle peut être considérée comme un regroupement de formes unitaires (les divisions) chapeautées par une

structure assurant la coordination de leurs activités (le siège). Dès lors, dans les divisions, la coordination est assurée par la standardisation du travail, tandis que le siège coordonne les divisions en standardisant les productions. Ces deux modes de coordination sont donc complémentaires. Par ailleurs, la bureaucratie mécaniste et la structure divisionalisée se ressemblent sous l'angle de l'organisation du travail dans le centre opérationnel, elles ne diffèrent que par la structure globale de décision.

Mintzberg décrit aussi deux modes de coordination non directement reliés au critère de taille où la formation de la main d'œuvre et la socialisation[18] dans l'entreprise jouent un rôle de tout premier plan, contrairement aux modes de coordination précédents. Le premier est la «coordination par ajustement mutuel ». Il émerge dans un environnement complexe et instable (jeunes entreprises innovantes) et en présence d'un système technique non régulateur et sophistiqué (automatisation par exemple). Dans un tel cadre, les routines et procédures risquent de devenir rapidement obsolètes et l'organisation ne peut donc bénéficier pleinement des économies d'échelle qui leur sont liées. Il devient alors plus avantageux de favoriser l'échange direct d'informations entre les membres de l'organisation, au sein de structures relativement informelles comme les groupes de projet, afin d'accroître sa capacité de réaction. La forme organisationnelle associée est appelée « adhocratie ».

La mise en place d'un tel mode de coordination à l'échelle d'une grande entreprise peut s'avérer néanmoins très coûteuse : il s'agit de définir, de manière très précise, les mécanismes de liaison, c'est à dire les lieux où les échanges d'information doivent s'intensifier ainsi que les liens entre départements qui doivent être renforcés afin de maîtriser l'accroissement des coûts de coordination. Le

[18] La socialisation est le processus par lequel le nouvel arrivant apprend le système de valeurs, les normes et les comportements propres à l'entreprise.

développement de l'informatique peut aussi permettre de maîtriser ces coûts s'il affecte à la baisse les coûts de traitement de l'information et de communication.

Le second est la « coordination par standardisation des qualifications », qui caractérise la « bureaucratie professionnelle ». Il est adapté à un environnement complexe et stable et à une technologie ni régulatrice, ni sophistiquée. Mintzberg prend à ce sujet l'exemple de l'équipe de chirurgiens : c'est grâce à une formation et à des règles de comportement communes que l'équipe de chirurgiens peut se coordonner pour s'adapter à chaque cas. Dans cette structure, la partie administrative de l'entreprise est bureaucratique, mais le pouvoir est détenu par les travailleurs très qualifiés du centre opérationnel qui se coordonnent grâce à des compétences et un savoir commun.

b) L'économie des conventions et les « modèles d'entreprise »

Insérée dans le champ de l'économie, tout en étant ouverte à l'interdisciplinarité, à la sociologie et aux sciences juridiques en particulier, l'économie des conventions propose, elle aussi, une typologie de « modèles d'entreprises » pour rendre compte de la diversité des organisations. Le produit occupe une place centrale dans ce dispositif théorique. Si le marché et la technologie contribuent à sa « qualification », ou à la reconnaissance de ses qualités, des conventions interviennent aussi. Les conventions sont les pratiques, routines, accords, compromis et les formes associées informelles ou institutionnelles qui lient les actions en façonnant un système d'attentes et d'anticipations. Les « logiques d'action », qui découlent des conventions jouent le rôle des modes de coordination chez Mintzberg (1981). Elle permettent de dépasser le caractère descriptif de la typologie en suggérant comment les types « fonctionnent ». Mais, alors que les

« modes de coordination » de Mintzberg mettent l'accent sur la manière dont les décisions internes à l'entreprise s'articulent les unes aux autres, les « logiques d'action » se focalisent sur l'articulation entre les décisions du producteur et celles du consommateur. On ne trouve donc pas d'équivalence stricte entre « logiques d'action » et « modes de coordination ».

Eymard Duvernay (1987), en s'appuyant sur les travaux de Thévenot et Boltanski (1987), considère trois logiques dans son introduction au cahier du Centre d'Etudes de l'Emploi consacré à l'entreprise et à ses produits (Eymard-Duvernay et alii, 1987) : la logique industrielle, la logique domestique ou interpersonnelle et la logique marchande. Le cahier regroupe un ensemble de monographie. L'énoncé des logiques d'action s'inscrit donc dans une démarche empirique, de terrain, où la qualification des entreprises selon une logique unique ne doit être considérée que comme une approximation provisoire.

La logique marchande correspond à la coordination par le marché abondamment développée par la théorie économique. Les relations y sont médiatisées par les prix, elles sont anonymes et transitoires. La logique marchande s'appuie sur les structures légères, à même de s'adapter très rapidement aux fluctuations du marché. Le recours au contrat de court terme (sous-traitance, travail temporaire etc.) y est fréquent.

La logique industrielle s'appuie sur des investissements qui stabilisent les échanges dans un espace large. La coordination est fondée sur la hiérarchie, les règles objectivées, les procédures industrielles, la standardisation des produits et des méthodes de production. La production est ainsi régulée et les coûts stabilisés. Les économies d'échelle issues des différents investissements permettent d'assurer une

compétitivité par les prix. On retrouve le mode de coordination par standardisation du travail et des produits de Mintzberg (1981).

Enfin, la logique domestique ou interpersonnelle s'appuie sur l'engagement dans des relations durables entre les personnes. Les principes du « patronage » correspondent bien à cette logique qui s'oppose à la fois à l'anonymat du contrat libéral et à la codification par des règles juridiques ou administratives. La coordination est fondée sur la connaissance des personnes acquise dans le temps, la réputation, les liens de proximité et les réseaux personnels.

La logique industrielle est la seule pour laquelle la relation d'équivalence avec les modes de coordination de Mintzberg est sans équivoque. L'entreprise industrielle rationalise les relations avec ses salariées et avec ses clients sur un même mode. La « supervision directe » peut, *a priori*, être associée à une logique marchande ou à une logique domestique. Dans les deux cas, le pouvoir est centralisé entre les mains du chef d'entreprise qui peut faire le choix de s'inscrire dans des relations éphémères (logique marchande) ou durables (logique domestique) avec ses employés et ses clients. La « standardisation des qualifications » et la coordination par « ajustement » mutuel sont plus difficiles à qualifier en terme de logique d'action. Les relations interpersonnelles y occupent une place importante, mais le centre de gravité du pouvoir a changé car il se trouve plutôt du côté du centre opérationnel et / ou de la technostructure.

Salais et Storper (1992, 1994), revisitent ces logiques en proposant une typologie en quatre « mondes de production ». Les quatre mondes sont des constructions logiques : ce sont les croisements de deux binômes de caractéristiques du côté de l'offre (produits spécialisés - économies de variété, produits standardisés – économies d'échelle) et de la demande (produits dédiés – demande incertaine,

produits génériques – demande prévisible) qui les déterminent. Un produit dédié est fait sur mesure pour un client particulier, alors qu'un produit générique s'adresse à un public large. Un «monde » se définit donc par une combinaison cohérente de technologie et de marchés, de produits de certaines qualités et de pratiques d'usage quantitatif des ressources. Le tableau 1.21 reprend un tableau synthétique des auteurs.

[Insérer tableau 1.21]

Les trois logiques d'action énoncées par Eymard Duvernay (1987) se retrouvent dans trois des « mondes » : le monde interpersonnel, le monde industriel et le monde marchand. Le monde industriel fabrique des produits standardisés génériques. Cela lui permet de s'appuyer sur des économies d'échelles pour vendre à bas prix à un consommateur dont la demande est prévisible. On retrouve les traits de la bureaucratie mécaniste de Mintzberg (1981), mais aussi ceux de la « production de masse » de Piore et Sabel (1984) ou du « fordisme » de Boyer (1991).

Le modèle qui s'éloigne le plus du monde industriel est le monde interpersonnel, car ses caractéristiques du côté et de l'offre et de la demande sont différentes. Il fabrique pour des marchés où la demande est volatile des produits spécialisés, dédiés à des clients particuliers en s'appuyant sur des économies de variété. Les auteurs associent ce monde de production au modèles de la « spécialisation souple » de Piore et Sabel (1984). Les entreprises de ce monde ont une très grande flexibilité interne et elles prennent appui sur des effets de réputation et sur des réseaux horizontaux qui les lient à d'autres entreprises du même type.

Le monde marchand a une offre dont les caractéristiques sont similaires à celles du monde industriel : il produit des biens standardisés en s'appuyant sur des

économies d'échelle. C'est du côté de la demande qu'il se différencie car ses produits sont dédiés plutôt que génériques, ce qui rend la demande incertaine. Ce choix de positionnement est source de tensions car la recherche d'économies d'échelle rentre en conflit avec la nature dédiée des produits. Elles se résolvent dans la sous-traitance et la recherche de niches qui permet de maintenir une offre diversifiée tout en rentabilisant l'investissement dans la standardisation.

Le dernier monde n'est pas relié à une des logiques d'action que nous avons examinées. C'est le monde immatériel et innovant. Il rentre dans le tableau au prix de quelques contorsions. En effet, le marché de ce monde n'existe pas encore. Du côté de la demande, il est néanmoins positionné dans la quatrième case, diagonalement opposée au monde marchand, qui se caractérise par des produits génériques dont la demande est prévisible. Les auteurs commentent ce choix en disant que pour les entreprises de ce monde, tout se passe comme si le marché était prévisible car l'incertitude est radicale. Chercher la flexibilité n'est donc pas plus rentable qu'ignorer les subtilités de la demande. Du côté de l'offre, les produits sont spécialisés et leur fabrication s'appuie sur des économies de variété. Si l'on suit la description que Salais et Storper font de ce monde, il semble qu'il est animé par une logique d'experts : ce sont des règles professionnelles et scientifiques qui permettent la coordination. Le savoir mobilisé dans les entreprises de ce monde est plutôt abstrait et théorique alors que celui qui se trouve au cœur du monde interpersonnel est plutôt concret et pratique (secret de fabrication par exemple). Ce monde conjugue des traits de la «bureaucratie professionnelle », notamment la référence aux règles professionnelles et scientifiques et de « l'adhocratie », puisque l'innovation implique un environnement plus dynamique que stable.

c) L'économie de la régulation et la crise du «modèle productif»

La typologie de Mintzberg (1981), comme celles issues de l'économie des conventions décrivent des structures et la manière dont elles fonctionnent. Mais elles n'incorporent pas une théorie du changement organisationnel. Les auteurs se livrent néanmoins à des exercices de statique comparative. Ainsi, Mintzberg signale que nombre d'entreprises évoluent «naturellement », lorsqu'elles se développent et que leur taille augmente, de la structure simple vers la bureaucratie mécaniste, puis vers la structure divisionalisée. De plus, lorsqu'elle est lasse d'innover, l'adhocratie peut chercher à se stabiliser dans une bureaucratie professionnelle. Il indique aussi que la structure divisionalisée, la bureaucratie professionnelle et l'adhocratie sont des configurations structurelles à la mode alors que la structure simple et la bureaucratie mécaniste sont démodées. Il semblerait donc que ces dernières marquent le pas du point de vue de leur diffusion dans le tissu productif, au profit des trois premières.

Une partie des changements décrits dans la section A vont dans le sens d'une coordination par ajustement mutuel : réduction des lignes hiérarchiques, groupes de projet unissant plusieurs départements, création d'équipes de travail autonomes dans les ateliers où les échanges d'informations sont plus intenses, etc. Toutes ces réformes visent à assouplir le mode de fonctionnement des grandes organisations et à développer leur capacité d'adaptation. Mais la standardisation des produits (normes de qualité et de quantité) et des qualifications (recherche d'une main d'œuvre homogène du point de vue des compétences) participent aussi aux tendances à l'œuvre.

De son côté, l'économie des conventions cherche à mobiliser ses outils pour décrire les métamorphoses du tissu industriel dans la crise. Ainsi, Eymard Duvernay (1987) démarre son article sur la constatation suivante :

> *« Les difficultés croissantes rencontrées par les industriels pour sauvegarder leurs marchés depuis le milieu des années soixante-dix ont suscité au cours de cette période des transformations profondes dans les entreprises. De nombreux travaux réalisés dans des branches diverses permettent maintenant de mieux caractériser ces évolutions. Il apparaît à peu près clairement que l'objectif d'une compétitivité accrue passe plus fréquemment par la recherche d'une meilleure qualité de la production, l'approfondissement de la démarche industrielle antérieure ayant atteint ses limites » p. V.*

Les changements organisationnels récents déplaceraient donc le centre de gravité de l'économie de la logique industrielle vers les deux autres logiques, marchandes et interpersonnelles, qui sont de nature plus artisanale. La coexistence de ces deux logiques est source de tensions. La logique marchande domine dès lors que l'entreprise cherche avant tout une flexibilité quantitative, à moindre coûts. Mais la nature éphémère des relations dans la logique marchande peut ne pas s'associer harmonieusement avec la recherche de la qualité du produit ou l'usage de technologies complexes permettant cette qualité.

La quatrième logique, qui domine le monde innovant ou immatériel peut être une autre alternative, mais la transition vers cette logique à partir du monde industriel est particulièrement difficile (Salais, 1992). On retrouve cette même difficulté de passage chez Mintzberg (1981) : si la transition de la structure simple à la bureaucratie mécaniste et à la structure divisionalisée s'inscrit dans une continuité, comme la transition de l'adhocratie vers la bureaucratie professionnelle, le passage du premier groupe de configurations au second représente une rupture radicale. Notamment, elle implique un renouvellement important de la main d'œuvre.

La théorie de la régulation que nous allons examiner à présent s'inscrit dans une approche très différente de l'approche gestionnaire ou de l'économie des conventions. Ces dernières, en effet, sont avant tout de type microéconomique : elles partent de l'entreprise et des relations que les individus nouent au sein des collectifs de travail. La théorie de la régulation est macro-économique. C'est sous cet angle qu'elle cherche à comprendre la crise et à fournir des outils pour l'analyser. Dès lors, c'est aux « modèles productifs » qu'elle s'intéresse plutôt qu'aux « modèles d'entreprise ». Le modèle productif est une sorte de « matrice » du capitalisme, qui évolue au travers des crises, sous l'impulsion d'un ensemble de chocs macroéconomiques et en fonction d'une dynamique qui lui est propre. Il se définit comme un processus de mise en cohérence interne et de mise en pertinence externe des pratiques et dispositifs techniques, organisationnels et économique des firmes visant à réduire les incertitudes du marché et du travail au point de conduire à des configurations macroéconomiques et sociétales (Boyer, 1998). Ainsi, la diversité atemporelle des « modèles d'entreprise » est remplacée, dans la théorie de la régulation, par la succession dans le temps des « modèles productifs ».

Un seul modèle productif a prédominé dans l'après guerre, le fordisme mais la question de l'unicité du modèle productif alternatif reste ouverte (Boyer et Freyssenet, 1995). Le tableau 1.22 décrit les principes du fordisme, l'organisation de la production correspondante et le rapport salarial associé (Boyer, 1991, Durand et Boyer, 1998).

[Insérer tableau 1.22]

On y retrouve des éléments de la bureaucratie mécaniste de Mintzberg (1981), de la logique industrielle de Eymard Duvernay (1987), du monde industriel de Salais et Storper (1992) et de la production de masse de Piore et Sabel (1984). Il existe donc

un relatif accord, parmi les économistes qui considèrent l'existence de modèles productif, autour de l'énoncé des principes du modèle qui a marqué l'après guerre. Voici la description synthétique que Boyer et Freyssenet (1995) donnent de ce modèle avec comme référence implicite l'industrie automobile :

> *« Le centre d'impulsion du fordisme se situe dans le domaine de la production : à partir des bureaux de conception est organisé une production de masse de biens standardisés, qui ne sont différenciés qu'au stade du montage final, les ventes étant en quelque sorte poussées par l'impératif de continuité des flux productifs […].*
>
> *La relation salariale codifie en général un partage au moins implicite des gains de productivité, alors que la grille salariale est attachée au poste de travail. L'organisation interne de la firme enregistre cette nécessité de synchronisation des flux grâce au développement de départements fonctionnels, coordonnées par des plans de production selon des horizons emboîtés du plus lointain à l'ajustement journalier. La centralisation des décisions et de l'information est particulièrement marquée ».* pp.20-21

Le régime construit autour du modèle fordiste a tout d'abord connu une période de succès qui a accru la pression à l'innovation et a engendré une extension de l'espace géographique du marché et une internationalisation de la production. Ces changements de fond ont suscité une succession de crises économiques, jusqu'à un épuisement du potentiel d'expansion du modèle productif et du mode de régulation associé. Comme l'indique le tableau 1.22, chacune des caractéristiques du modèle productif est progressivement devenue source de faiblesses pour les entreprises dans les années soixante-dix et quatre-vingts. Et les forces qui faisaient la cohésion du fordisme empêchent la recomposition rapide d'un modèle productif différent.

Au cours des années quatre-vingt-dix, de nouveaux principes semblent s'être affirmés, associés à des changements dans l'organisation et le rapport salarial. Ici encore, les principes et caractéristiques du nouveau modèle nous sont familier :

optimisation globale des flux, insertion de la demande dans le processus productif, décentralisation, recomposition des tâches, insertion dans des réseaux, etc. On retrouve des traits de l'adhocratie dans l'organisation du travail (décentralisation des décisions), de la logique marchande dans l'articulation au marché (production de masse de produits différenciés) et de la logique interpersonnelle dans les relations aux salariés et aux autres entreprises (contractualisation longue de la sous-traitance, insertion dans des réseaux et opérations de partenariat, compromis à long terme entre direction et salariés).

Durand et Boyer (1998) ne soulignent pas les tensions potentielles entre les aspects « marchand » et « interpersonnels » du nouveau modèle, puisqu'ils insistent surtout sur la cohérence et la viabilité des nouveaux principes. Ils signalent néanmoins deux ombres au tableau : les tensions entre la recherche de la qualité et la brièveté des délais de production en réponse à la demande qui se soldent, au Japon, par des astreintes fortes qui pèsent sur le travailleur et par un niveau de stress important ; le danger d'une obsolescence trop rapide des produits qui pèserait sur la rentabilité des entreprises.

Au total, la représentation du nouveau modèle issu de l'école de la régulation est donc plus « optimiste » que « pessimiste » : le modèle « toyotiste » ou « uddevalliste » (Durand et Boyer, 1998) et «l'entreprise néo-libérale » (Coutrot, 1998) constituent les deux extrêmes du spectre des interprétations autour du nouveau modèle, plutôt construites sur des études de cas dans plusieurs pays pour le premier, sur des enquêtes statistiques françaises pour le second. Le livre de Boyer et Durand (1998) est la réédition d'un ouvrage de 1993. Il est agrémenté d'une post-face qui prend acte des évolutions récentes (crise asiatique, succès américain) et reconnaît qu'un taylorisme flexible, associé à une généralisation des flux tendus est peut-être une configuration plus réaliste pour décrire l'évolution du système productif de la

France et des Etats-Unis, deux patries du fordisme triomphant dans l'après-guerre. L'examen de l'évolution des économies occidentales débouche sur la conclusion suivante :

> *« La diversité de ces trajectoires enrichit considérablement le domaine des modèles productifs concevables pour le XXIe siècle. Si l'on quitte en effet la rhétorique de la production frugale qui parfois, si ce n'est souvent, recouvre des mesures de rationalisation tout à fait traditionnelles, force est de reconnaître que des modèles alternatifs sont en voie de constitution ou déjà en concurrence, aux antipodes d'un « one best way » qu'il suffirait de décliner moyennant des adaptations mineures au contexte local. » P. 149.*

2. Une exploration empirique sur l'industrie française

L'idée que les différentes dimensions de l'organisation du travail font système au sein de « modèles d'entreprise » ou de « modèle productif » soulève des questions méthodologiques dans l'usage des données statistiques. En effet, dans ce cas, on s'attend à observer une multicolinéarité importante entre les variables servant à mesurer l'organisation qui rend difficile leur introduction simultanée dans des équations économétriques. L'usage préalable d'un outil statistique de synthèse comme l'analyse des données est, dès lors, indiqué puisqu'il permet de révéler les configurations.

Le recours à l'analyse des données est désormais chose courante en sociologie quantitative (Kramarz, 1986 ; Gollac, 1989)[19], en théorie des organisations (Miller et Friesen, 1984) et dans les sciences de la gestion. Certains économistes l'utilisent (Salais, 1992), mais en règle générale, l'usage de l'analyse des données dans le

---

[19] En France, le courant bourdieusien fait largement appel à l'analyse des données lorsqu'il s'agit de traiter des données quantitatives.

champ économique est plus controversé. On lui préfère la régression car c'est une méthode paramétrique qui permet d'estimer des coefficients avec les écarts-type associés.

De manière plus prosaïque, on observe que l'analyse des données est plus souvent utilisée par des chercheurs hétérodoxes ou des chercheurs plus proches des données que de la théorie alors que la régression est l'outil privilégié par l'orthodoxie et les chercheurs valorisant la démarche hypothético-déductive. Pour notre part, nous pensons que si les outils ont un sexe, c'est parce que l'on souhaite leur en donner un. La maîtrise d'un outil est l'un des investissements de forme qui permet aux courants de se constituer. Nous ne souhaitons pas nous priver d'un outil s'il s'avère adapté à la question posée et aux données disponibles et nous ne souhaitons pas non plus que l'outil devienne un enfermement.

Au point où nous en sommes dans l'accumulation des données empiriques sur la diffusion des nouveaux modèles d'organisation, il nous semble que la qualité des données recueillies est le problème central. D'une part, les données statistiques doivent être issues de grands échantillons d'unités sélectionnées au hasard, d'autre part, elles ne doivent être considérées que comme des « points de vue » subjectifs sur l'organisation. Ce chapitre témoigne de la prégnance du discours managérial et de l'influence qu'il a joué dans nombre d'interprétations que nous avons présentées. Or ce discours n'a pas pour but d'éclairer les scientifiques, il est à finalité pratique et politique. La technique de la régression ne permet malheureusement pas de se prémunir de ce genre de problème.

Revenons sur quelques arguments conduisant à repousser l'analyse des données. Par exemple, voici deux arguments avancés par Black et Lynch (1997) :

> *« Although it probably makes sense to combine subjective responses that are centered on a particular theme into an index [based on statistical clustering], it is not clear when there are more detailed data on factors such as the proportion of workers involved in decision making why it is necessary to group these responses. Because of the difficulty of interpretation, it seems advantageous to study workplace practices individually. […]*
>
> *Empirically, we have opted to interact a wide range of practices with each other to see if there are interaction effects beyond the own effect of specific HR [Human Resources] practices. As Osterman (1994) has shown, in spite of widespread diffusion in the 1980s of new workplace practices, U. S. companies use a range of combinations of workplace practices and as a result are not neatly classified into discrete types ». p. 6 et p 7.*

Le premier argument suppose qu'une pratique peut être correctement mesurée grâce à une variable comme la proportion des travailleurs concernés par la pratique. L'exemple pris est la décision décentralisée. Il nous semble que la décision décentralisée ne peut être mesurée à partir d'une variable de ce type, ou si elle l'est il y a de forte chances que la mesure soit erronée ou biaisée. En effet, quel chef d'entreprise peut répondre à une question de ce type avec précision dès que l'entreprise dépasse les 50 salariés ? La décentralisation des décisions opérationnelles ne peut être mesurée qu'avec un faisceau de variables et il est certainement préférable de la mesurer en interrogeant des salariés plutôt qu'en interrogeant le chef d'entreprise. On ne mesure pas l'étendue d'usage d'un dispositif organisationnel comme un taux d'équipement ou comme le poids des dépenses de R&D. Par ailleurs, il faut distinguer les pratiques des dimensions. On assimile trop souvent les deux. On peut savoir si formellement l'entreprise a décidé d'utiliser une pratique. Cela n'a pas forcément pour conséquence de changer une dimension organisationnelle comme le degré de décentralisation des décisions opérationnelles ou le degré d'intégration des tâches. Le degré de centralisation ou d'intégration sont

des variables latentes qui ne sont pas directement mesurables. Elles ne peuvent qu'être approchées par un ensemble de variables «primaires ». Un indice calculé au moyen d'une analyse des données peut être interprété en terme de dimension alors que l'on a de fortes chances de se tromper en interprétant une variable prise isolément comme révélatrice d'une tendance ou d'un état de l'organisation du travail.

Le second argument fait référence à une grande hétérogénéité des combinaisons de pratiques mesurées. Tout d'abord, notons que cela n'empêche pas Osterman (1994) de faire appel par deux fois dans son article à des indices issus d'analyses en composantes principales alors même qu'il travaille à partir d'un très petit nombre de variables (trois variables pour la stratégie, quatre variables pour caractériser l'organisation). Ensuite, notons que l'hétérogénéité observée dépend à la fois de l'échantillon, de la qualité des mesures utilisées et des techniques mises en œuvre. Osterman (1994) travaille sur un échantillon de 694 établissements et il considère quatre pratiques selon qu'elles concernent ou non plus de 50% de la main d'œuvre du cœur de métier. Cela fait 16 combinaisons possibles de pratiques. 36% des établissements n'en utilisent aucune à ce niveau d'intensité. Il reste donc 444 établissements environ concernés par les 15 combinaisons restantes. S'ils se répartissent sur l'ensemble de ces quinze combinaisons, on observe néanmoins un point d'accumulation pour «le travail en équipes autonomes seulement » (14%) et pour « la rotation sur plusieurs postes de travail seulement » (7%). Plus de la moitié des établissements se concentre donc sur trois combinaisons. Si maintenant au lieu de considérer quatre variables, on en utilisait 10, on aurait 1024 combinaisons possibles, ce qui excède largement la taille de l'échantillon de Osterman.

Nous allons utiliser l'analyse des correspondances multiples et une méthode de classification ascendante hiérarchique pour mettre en valeur des configurations présentes dans nos données issues de l'enquête TOTTO de 1987 et l'enquête

« changement organisationnel » de 1993. Après de multiples essais, il nous est apparu que ces techniques étaient les plus adaptées pour visualiser les relations entre un grand nombre de variables qualitatives. Nous appuyons aussi nos présentations sur des tableaux de corrélations. Ils permettent d'évaluer l'interprétation que nous proposons des axes principaux de nos analyses des correspondances multiples et témoignent des problèmes de multicolinéarité qui pourraient se poser si les variables « primaires » étaient utilisées directement dans des régressions.

a) Les ouvriers caractérisent les entreprises industrielles[20]

Afin de dresser un bilan statistique de l'organisation de la production et de capter une information sur l'entreprise à partir de l'enquête TOTTO de 1987, nous avons analysé les réponses des ouvriers exerçant des tâches directement liées à la production (les chauffeurs par exemple ont été exclus) et appartenant à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés. Cette restriction permet d'étudier une population homogène, ce qui limite la variance liée à des caractéristiques individuelles, et de se placer sur le même champ que l'enquête « changement organisationnel » de 1993 à laquelle nous allons consacrer la section b. Elle conduit à un échantillon de 1470 ouvriers affiliés à 776 entreprises, représentant 41% de la valeur ajoutée des entreprises du champ.

---

[20] Cette section s'appuie sur une étude réalisée, à l'INSEE, avec Dominique Guellec. Elle a bénéficié d'un financement du Commissariat Général du Plan dans le cadre des travaux de la commission « compétitivité » du XIe Plan, présidée par Jean Gandois. Le travail statistique a été réalisé avec l'assistance de Guy Broussaudier et de Luis Miotti. Elle a donné le jour à deux articles, un en langue française (Greenan N. et Guellec D. (1994) : « Organisation du travail, technologie et performances : une étude empirique », *Economie et Prévision*, N°113-114, pp. 39-56) et l'autre en langue anglaise (Greenan N. et Guellec D. (1998) : « Firm Organization, Technology and Performance: an Empirical Study », *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 6, pp. 313-347).

Le fait que cette enquête ait été réalisée auprès des salariés et non des responsables d'entreprises entraîne un risque de généralisation hâtive à l'ensemble de l'entreprise de conditions particulières au poste de la personne interrogée. Cependant, nous avons vérifié que l'appartenance à une même entreprise avait un impact déterminant sur les réponses des ouvriers. Dans l'annexe III.2 associée à la partie III, nous allons explorer de manière plus systématique les aspects méthodologiques liés à l'usage de données recueillies auprès d'une petit échantillon de salariés dans une équation économétrique estimée au niveau de l'entreprise. De plus, cette source d'information présente l'avantage d'être directe puisque les ouvriers ont été interrogés chez eux, en dehors de leur contexte de travail. Cela élimine les biais de réponse dûs à la remontée d'une information de terrain le long de la ligne hiérarchique, et cela permet aussi d'échapper au discours managérial.

Dans un premier temps nous effectuons une analyse des correspondances multiples et une analyse des corrélations au niveau des postes de travail ouvriers. Puis nous explorons le niveau de l'entreprise au travers d'une classification ascendante hiérarchique conduite à partir de la moyenne des coordonnées des ouvriers appartenant à une même entreprise sur les axes de l'analyse des correspondances multiples.

Nous avons utilisé 13 variables synthétiques dans l'analyse pour caractériser les postes de travail. Ce sont des variables qualitatives, qui regroupent en tout 38 modalités. Comme le décrit l'annexe I.2, elles ont été construite à partir de 28 variables « primaires », directement associées à des questions de l'enquête. Ces questions couvrent trois grands domaines de l'organisation du travail, qui ont été examinés dans la section A.1-b.

Le premier concerne la façon dont les ouvriers communiquent dans l'atelier ; discutent-ils de la nature du travail, seuls avec leur chef ? demandent-ils des informations à leurs collègues ? reçoivent-ils des instructions ou des consignes d'autres services ? Savent-ils s'il y a un cercle de qualité dans leur entreprise ? Cet ensemble de questions nous permet de distinguer des formes différentes de communication selon la personne (supérieur hiérarchique, collègues) ou l'unité (autres services, extérieur de l'entreprise) avec lesquelles les échanges d'information ont lieu. L'intensité de ces échanges peut être approximativement mesurée. La coexistence de tous les types d'échanges tels que discussions, réception d'instructions, demande de renseignements traduit une intensité des échanges élevée. Les quatre variables construites indiquent si les circuits de communication prévalant dans l'entreprise passent ou non par les ouvriers.

L'analyse de la communication s'appuie sur une cinquième variable qui prend en compte la participation de l'ouvrier à des cercles de qualité, groupes d'expression et l'existence de boîtes à idées et de récompenses des innovations. Ces dispositifs traduisent un système d'intégration de l'ouvrier à la dynamique technologique de l'entreprise. Ces formes de communication sont par nature multilatérales alors que les formes précédentes étaient plutôt bilatérales. De plus, l'interaction s'effectue dans un cadre institutionnalisé et séparé de l'activité productive courante.

L'autonomie et les contraintes au travail sont décrites par quatre variables synthétiques. Elles fédèrent des variables sur les marges d'initiative ou les contraintes hiérarchiques (précision avec laquelle les tâches sont définies par la hiérarchie, respect des consignes, procédure pour échanger le travail avec un collègue, procédures en cas d'incident), sur les normes quantitatives (fixées par la machine, délai d'un jour au plus, délai plus long) et de qualité, et sur le type d'horaires (équipes alternantes, horaires fixes, horaires variables).

La technologie utilisée est le troisième domaine de l'organisation du travail que nous prenons en considération (4 variables). Comme nous l'avons vu, les technologies sont étroitement corrélées avec les dimensions organisationnelles du travail. De plus, elles sont sources de contraintes techniques qui peuvent s'ajouter aux contraintes organisationnelles. Nous distinguons quatre ensembles de technologies : la chaîne, les machines ou appareils fonctionnant en flux continu, les robots ou machines outils à commande numérique et les ordinateurs.

(1) De l'organisation des postes de travail ouvriers…

Le graphique 1.1 donne une présentation schématique du plan engendré par les deux premiers axes factoriels de l'analyse de données. L'interprétation des axes y est portée, ainsi que la disposition, dans le plan factoriel, de certaines variables actives (autonomie, contraintes hiérarchiques, contraintes techniques, technologies) et supplémentaires (taille, intensité capitalistique, secteur, qualification de l'ouvrier). Les graphique 1.2 complète cette vue d'ensemble en précisant le positionnement des modalités qui contribuent le plus à l'inertie de chacun des deux axes.

[Insérer graphique 1.1 et 1.2]

L'analyse des correspondances multiples dessine une image intuitive et synthétique des rapports entre les différents attributs des postes de travail ouvriers, image qui sera précisée par l'analyse de corrélations. Les variables de communication sont celles qui contribuent le plus à l'inertie du premier axe de l'analyse. Celui-ci oppose les postes ouvriers dotés d'un niveau élevé de toutes les formes de communication de ceux dont le réseau de communication est à la fois restreint et confiné à l'atelier. De plus, les ouvriers pratiquant une communication intense utilisent plus souvent des technologies avancées, en particulier des ordinateurs. Les

coordonnées des ouvriers sur cet axe peuvent alors être interprétées comme représentant l'intensité de la communication dans un certain contexte technologique.

L'analyse des données génère aussi une représentation synthétique de ce que nous appelons les contraintes hiérarchiques et les contraintes techniques. Sous ces étiquettes sont rassemblées des variables représentant d'une part les rapports de l'ouvrier avec sa hiérarchie, et d'autre part les dispositifs techniques (chaîne) et les normes utilisés pour réguler le travail (cadences, normes de qualité). Nous définissons l'autonomie comme un niveau bas des deux types de contraintes. Ces trois ensembles de variables sont disposés en triangle sur le plan généré par les deux facteurs principaux. L'opposition entre autonomie et contraintes est parallèle au deuxième axe factoriel, qui peut donc être interprété comme traduisant l'intensité des contraintes. L'opposition (de moindre ampleur) entre les deux formes de contraintes est plutôt distribuée parallèlement au premier axe, traduisant une communication plus intense pour les postes contraints par la technique (communication multilatérale notamment) que pour les postes contraints par la hiérarchie. Nous allons à présent affiner cette présentation globale par l'analyse des corrélations.

Celle-ci confirme la nature cumulative des différentes formes de communication (tableau 1.23). La corrélation entre communication verticale et communication horizontale fortes est de 0,23. La littérature économique et managériale oppose généralement ces deux formes de communication. Cependant, le sens que donne cette littérature à la communication verticale correspond à la transmission unilatérale de consignes, du chef à l'exécutant. A l'opposé, la communication verticale captée par nos variables est un échange direct, en face à face entre le chef et son subordonné, comme par exemple une discussion sur la nature du travail à effectuer. Il s'agit d'une transmission d'informations à la fois bilatérale et plus dense que la seule réception de consignes formalisées s'inscrivant

dans une structure d'information pauvre, codifiée et standardisée, qui est la définition habituelle de la communication verticale et qui correspond plutôt à la catégorie que nous analyserons comme contraintes hiérarchiques, lesquelles sont associées à une communication peu intense.

[Insérer tableau 1.23]

Communications horizontale et verticale vont également de pair avec la communication avec les autres services de l'entreprise (corrélations de 0,31 et 0,22 respectivement entre les modalités hautes de ces variables) et avec la communication multilatérale (0,07 et 0,11). De plus, la communication avec les autres services est plus fortement corrélée avec la communication avec l'extérieur de l'entreprise (clients et fournisseurs). Le fait que la plupart des formes de communication sont étroitement liées justifie l'hypothèse de l'existence au sein de l'entreprise (ou autour de chaque poste) d'un flux de communication, au sens large, prenant des formes différentes que nous avons énumérées ci-dessus. Cette analyse débouche sur la proposition suivante:

Observation 1. Les diverses formes de communication vont de pair au niveau des postes de travail. «L'intensité de communication » est donc une caractéristique discriminante de l'organisation du travail.

Examinons à présent les contraintes. La distinction entre contraintes techniques et contraintes hiérarchiques recoupe les notions de centralisation et de standardisation que nous avons examinées dans la section A-1-a . Chacune traduit une forme de détermination des opérations effectuées par l'ouvrier non maîtrisée par celui-ci. Des contraintes hiérarchiques fortes réflètent le mode de coordination par supervision directe de Mintzberg (1981), où les responsables hiérarchiques jouent un rôle décisif dans la détermination du contenu précis du travail et dans la coordination

des opérations. Les variables de l'enquête exprimant les contraintes hiérarchiques sont étroitement liées les unes aux autres (tableau 1.24), ce qui donne un sens à cette notion. Les ouvriers qui doivent appliquer strictement les consignes sont aussi ceux qui, en cas d'incident, ne sont pas habilités à réparer leur machine et auxquels le chef fixe non seulement les objectifs à atteindre, mais aussi les procédures de travail. Ils ne peuvent généralement pas échanger leurs postes de travail entre eux sans autorisation. C'est pourquoi nous avons agrégé les variables primaires issues de ces quatre questions pour construire une variable synthétique représentant l'intensité des contraintes hiérarchiques.

[Insérer tableau 1.24]

Les contraintes techniques sont représentées directement par des cadences fixées par la machine. La présence de celles-ci est liée au travail à la chaîne, au respect de normes de qualité, et à un travail en deux ou trois équipes (tableau 1.25). Ces contraintes traduisent un mode de coordination par « standardisation des procédés » ou par « standardisation des résultats » pour suivre la terminologie de Mintzberg : l'opérateur doit respecter un rythme fixé par la machine ou des normes précisément spécifiées. Les contraintes techniques évoquent aussi la logique industrielle et le fordisme.

[Insérer tableau 1.25]

Ces deux types de contraintes ne s'excluent pas totalement (tableau 1.26) : des cadences imposées par la machine sont parfois associées à des contraintes hiérarchiques. Elles se distinguent cependant, puisque la présence de ces dernières est indépendante statistiquement du travail à la chaîne.

Observation 2. La deuxième caractéristique prééminente de l'organisation du travail est l'intensité des contraintes hiérarchiques et techniques.

A l'opposé des postes très contraints, certains ouvriers décrivent leur travail comme compatible avec une grande d'autonomie. L'autonomie est ici définie par les horaires à la carte et par l'absence de cadences, qui sont tous les deux corrélés négativement avec le travail à la chaîne et l'intensité des contraintes hiérarchiques (tableau 1.26). Une plus grande autonomie des ouvriers traduit un mode de coordination par ajustement mutuel (relations directes entre opérateurs) ou par standardisation par des qualifications (partageant des compétences communes, chacun peut prévoir ce que feront ses collègues).

[Insérer tableau 1.26]

Les ouvriers autonomes participent aussi à un large réseau de communication : les coefficients de corrélation entre les contraintes hiérarchiques faibles et la pratique de toutes les formes de communication (sur une modalité haute) sont significativement positifs, tandis que les coefficients de corrélation entre celles-ci (sauf la communication multilatérale) et les variables traduisant des contraintes techniques sont soit négatifs soit nuls. Ainsi, les contraintes hiérarchiques fortes sont négativement corrélées à l'intensité de la communication, tandis que des contraintes techniques fortes ne semblent pas compatibles avec un réseau dense de communications bilatérales. Un tel résultat va dans le sens de la distinction couramment opérée entre entreprises centralisée, à structure d'information verticale, et entreprise décentralisée, à structure d'information horizontale. Les premières sont caractérisées par un rôle prééminent du responsable hiérarchique dans la coordination, et les secondes par une communication intense entre opérateurs.

Observation 3. Les postes marqués par une communication intense ont aussi un niveau plus élevé d'autonomie au sens où les contraintes hiérarchiques sont plus faibles.

Néanmoins, nos données témoignent aussi d'un autre type de poste de travail. Les contraintes techniques y sont fortes, impliquant une standardisation propre au modèle industriel et la communication y est importante, mais sous une forme multilatérale principalement. On voit donc se dessiner ici une troisième voie entre structure verticale et structure horizontale. La standardisation du travail y demeure importante et des normes de qualité viennent compléter les cadences fixées par la machine et / ou les normes quantitatives. Mais contrairement à la bureaucratie mécaniste décrite par Mintzberg, la remontée d'informations est encouragée par des dispositifs institutionnels comme les cercles de qualité, les groupes d'expression, les boîtes à idées ou la récompense des innovations. En effet, ces postes fortement contraints par la technique ne favorisent pas les échanges d'information bilatéraux : il peut y être difficile d'abandonner son poste de travail pour discuter et le bruit dans l'atelier peut gêner ces discussions.

Observation 4. Les postes marqués par des contraintes technique fortes se caractérisent par une communication multilatérale forte.

La technologie interagit significativement avec les deux dimensions de l'organisation du travail. Ainsi l'utilisation de l'informatique (micro-ordinateurs ou terminaux émission-réception) est associée à une plus grande intensité de toutes les formes de communication (tableau 1.27) : les technologies de l'information impliquent un réseau de communication plus grand. L'utilisation de robots et de machines outils à commande numérique favorise surtout la communication verticale et secondairement la communication avec les autres services de l'entreprise, sans

doute du fait de la complexité technique de ce type de matériels qui exige une aide de la hiérarchie et une assistance spécialisée.

[Insérer tableau 1.27]

L'usage de ces trois technologies avancées est aussi lié à un degré plus élevé d'autonomie, surtout du point de vue hiérarchique. Quant à la chaîne, elle est associée seulement à la communication multilatérale, probablement parce que, comme pour les contraintes techniques fortes, la nécessité technique d'opérations continues sur la ligne d'assemblage proscrit des échanges bilatéraux d'information entre les ouvriers .

Observation 5. L'usage de nouvelles technologies est associé à des postes où la communication et l'autonomie sont plus fortes.

Enfin, la qualification de l'ouvrier importe aussi. Les ouvriers plus qualifiés sont plus autonomes, pratiquent une communication plus intense et sont plus souvent utilisateurs de technologies avancées.

(2) …à l'organisation de l'entreprise

Considérons la coordonnée de chaque ouvrier sur le premier axe factoriel comme mesurant l'intensité de communication associée au poste de travail. La moyenne de ces coordonnées pour les ouvriers appartenant à une même entreprise reflète l'intensité de la communication au niveau de l'atelier de l'entreprise concernée. En fait, cette variable est une combinaison linéaire de variables concernant la communication et la technologie : elle atteint une valeur plus élevée dans des entreprises où les ouvriers communiquent plus et/ou utilisent des nouvelles technologies. Le poids des variables dans cette combinaison linéaire est déterminé automatiquement par leur pouvoir discriminant parmi la population des postes. De

même, la moyenne des coordonnées des ouvriers sur le second axe factoriel traduit l'intensité des contraintes hiérarchiques et techniques qui pèsent sur le travail. Comme nous allons le développer dans l'annexe III.2, des tests statistiques montrent que même si les réponses des ouvriers sont porteuses de bruit, elles apportent une information fiable sur l'entreprise. La moyenne des coordonnées d'un échantillon d'ouvriers tirés au hasard dans l'entreprise est un estimateur sans biais de la vraie moyenne qui aurait été calculée sur la population toute entière. Elle est entachée d'erreur, mais c'est une erreur d'échantillonnage qui peut être évaluée grâce à la théorie statistique.

Nous avons réalisé une classification ascendante hiérarchique à partir de ces deux coordonnées, ramenées au niveau de l'entreprise. Cette classification permet d'isoler trois catégories polaires d'entreprises en plus d'une catégorie au profil moyen (tableau 1.28). Nous les avons appelées « structure simple », « fordisme amendé » et « adhocratie » pour les distinguer plus facilement, mais ces appellations ne traduisent que des hypothèses.

[Insérer tableau 1.28]

L'opposition entre la première catégorie et les deux autres repose sur l'intensité de communication. Les entreprises « fordistes amendées » diffèrent des entreprises « adhocratiques » du point de vue des contraintes : les premières sont marquées par des contraintes techniques fortes tandis que les secondes sont caractérisés par un niveau élevé d'autonomie dans l'atelier. La répartition des entreprises dans les quatre classes ne doit pas être considérée comme représentative du champ des entreprises industrielles de plus de 50 salariés. En effet, si notre échantillon d'ouvriers peut être considéré comme représentatif du champ des ouvriers rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés, notre échantillon d'entreprises résulte

d'opérations complexes sur un ensemble de fichiers. Notamment, les grandes entreprises et les secteurs concentrés sont sur-représentés dans l'échantillon.

Des données statistiques issues d'une autre source[21] fournissent des variables supplémentaires sur l'entreprise qui peuvent être reliées à son organisation telle qu'elle est décrite par la typologie (tableau 1.29). Les entreprises où la communication dans les ateliers est intense, où de nouvelles technologies sont utilisées et où les contraintes hiérarchiques sont faibles (« fordisme amendé » et « adhocratie »), sont plus grandes et plus intenses en capital.

[Insérer tableau 1.29]

Elles ont aussi eu un comportement d'investissement plus dynamique entre 1984 et 1987 : le coefficient de corrélation entre le taux de croissance moyen de l'investissement sur cette période et l'indicateur synthétique décrivant l'intensité de communication est positif et significatif

Observation 6. Le taux d'investissement, l'usage de technologies avancées et l'intensité de la communication sont positivement corrélées au niveau de l'entreprise.

Cette étude confirme, au niveau de l'entreprise ce que l'on observait au niveau des postes de travail. Il existe un rapport étroit entre une communication intense au sein de l'atelier et des investissements en technologies avancées. Nous reviendrons sur ces aspects dans le chapitre VI.

---

[21] Il s'agit des données de déclaration de bénéfices industriels et commerciaux (BIC). La construction du fichier apparié autour de l'enquête TOTTO de 1987 est présentée dans l'annexe III.1 de la partie III. En effet, c'est dans cette partie que nous allons véritablement le mobiliser.

Un autre constat surprenant, qu'établit l'analyse au niveau de l'entreprise est que l'appartenance sectorielle intervient relativement peu dans les formes d'organisation : le textile et l'automobile sont les seuls secteurs assez bien situés dans le plan engendré par les deux premiers axes de l'analyse factorielle. Il y a une diversité intra-sectorielle des formes d'organisation.

Une première explication est que la nomenclature utilisée (Nomenclature d'Activités et de Produits) répond plus à une logique de demande (usage des biens) qu'à une logique d'offre (technologie utilisée notamment). Une seconde explication peut être fournie en invoquant la diversité nécessaire des situations intra sectorielles (Nelson et Winter, 1982). D'une part, les entreprises occupent des créneaux différents et complémentaires sur le marché (niveaux de gamme, technologies utilisées), du fait de la diversité de la demande, de leurs trajectoires technologiques et de leurs compétences. D'autre part, cette diversité des compétences est entretenue par les liens entre firmes qui se tissent au sein des secteurs (coopération industrielle et technique, sous-traitance), liens qui supposent des complémentarités et donc une diversité technologique entre les firmes.

b) Les managers et la configuration organisationnelle de l'entreprise industrielle[22]

L'usage de l'enquête « changement organisationnel » réalisée par le SESSI en 1993 est plus simple dès lors que l'on s'intéresse au niveau de l'entreprise. Alors que l'enquête TOTTO nous donne un photographie de la structuration des postes de

---

[22] Les résultats empiriques de cette section ont bénéficié, à l'INSEE, du travail d'assistance de recherche de Stéphanie Viard. Ils ont donnés lieu à la publication d'un article dans *Economie et Statistique* (N. Greenan (1996) : « Innovation technologique, changements organisationnels et évolution des compétences : Une étude empirique sur l'industrie manufacturière », *Economie et Statistique*, N°298, pp. 15-33), issu d'un rapport financé par le Commissariat Général du Plan.

travail ouvriers en 1987, l'enquête « changement organisationnel » nous permet d'analyser les configurations de changement ayant eu lieu dans l'industrie manufacturière après cette date et sur une période de 5 ans.

Pour analyser les configurations, nous faisons deux choix. Tout d'abord nous allons analyser les changements organisationnels et les changements technologiques séparément, contrairement à ce que nous avons fait dans l'analyse des postes de travail ouvriers. En effet, autant l'usage d'une technologie spécifique est constitutive de l'exercice d'un métier ouvrier et doit être considéré comme un attribut du poste de travail, tout comme les différentes dimensions organisationnelles, autant les choix organisationnels et les choix technologiques relèvent de deux répertoires de décisions distincts pour l'entreprise.

Dans la section A-2-a, nous avons évoqué un triangle organisation / technologie / compétences. Ces trois ensembles de variables décrivent, en effet différents aspects de la modernisation des entreprises industrielles. Nous avons pu vérifier que les corrélations entre les variables constitutives de chaque pôle étaient fortes et significatives. L'étude des relations entre les pôles de changements pris deux à deux montre que l'évolution des compétences est davantage liée aux changements organisationnels qu'aux changements technologiques. De plus, par construction du questionnaire d'enquête, les variables d'organisation et de compétences ne concernent que les entreprises ayant déclaré s'être réorganisées à la première question de l'enquête alors que les variables de technologie concernent l'ensemble des entreprises. Nous avons donc construit deux variables synthétiques, l'une portant sur les changements technologiques, l'autre sur les changements d'organisation et de compétences.

(1) Une variable à part sur les changements technologiques

Nous disposons de cinq variables[23] sur les technologies de production avancées (tableau 1.13). Notre variable synthétique n'est pas construite à partir d'une méthode automatique, mais par croisement de deux critères : l'existence de robots ou de MOCN et le nombre de systèmes de production assistés par ordinateur introduits par l'entreprise sur la période. Ces critères ont été choisis car ils sont complémentaires : l'information sur les robots ou MOCN et celle sur les systèmes assistés par ordinateur ne sont pas de même nature (présence dans l'entreprise d'un côté, adoption de l'autre) et les corrélations sont plus nettes entre les différents systèmes assistés par ordinateur, qu'entre ceux-ci et la présence de robots ou MOCN (tableau 1.14).

La distinction entre les entreprises qui utilisent des robots et MOCN et celles qui ne les utilisent pas, et la distinction entre les entreprises qui ont introduit aucun ou un système assisté par ordinateur et celles qui en ont introduit de deux à quatre, conduit à la construction de la variable synthétique TECH, en quatre modalités (tableau1.30). Le cas le plus rare est celui de la présence de robots et de MOCN associés à l'introduction d'aucun ou d'un seul système assisté par ordinateur (TECH2, 14 % des entreprises). Si l'on considère l'échantillon total (1824 entreprises), les trois autres cas se répartissent de manière égale, chacun couvrant environ 30% des entreprises. Cette structure se déforme si l'on ne considère que les entreprises réorganisées (1496 entreprises), puisque la catégorie TECH1 se développe (39 %) au

---

[23] Il s'agit des variables correspondant aux questions Q44 et Q51 à Q54 du questionnaire qui figure dans l'annexe I.1. La question 44 et les questions 51 à 54 sont formulées de manière différente. Pour ces dernières, on demandait simplement à l'entreprise si elle avait introduit une liste de quatre systèmes assistés par ordinateur pendant les cinq dernières années (1988-1993). Les variables issues de ces questions sont donc de nature dynamique. Pour la question 44, on demandait si le mode de production dominant à la date de l'enquête s'appuyait sur des MOCN ou des robots.

détriment de la catégorie TECH4 (19 %). Ceci traduit le lien entre réorganisations et changements technologiques.

[Insérer tableau 1.30]

(2) Les changements organisationnels et de compétences

Pour décrire la nature des changements dans l'organisation et les compétences, nous avons procédé, comme pour les données de l'enquête TOTTO, à une analyse des correspondances multiples et à une classification ascendante hiérarchique. L'analyse des correspondances multiples a été réalisée à partir de six variables de changement organisationnel et de trois variables d'évolution des compétences requises dans le cadre de ces changements. L'échantillon utilisé est celui des 1496 entreprises ayant déclaré s'être réorganisées entre 1988 et 1993.

Trois des variables d'organisation utilisées se rattachent directement à des questions de l'enquête sur la création de groupes de travail (cercles de qualité, groupes d'analyse de la valeur, etc.), d'équipes de travail autonomes et sur la baisse des niveaux hiérarchiques[24]. Leur distribution a été présentée dans le tableau 1.10. Les trois autres sont des variables synthétiques issues d'un groupe de 48 variables[25] « primaires » associées aux questions à choix multiple sur les sphères de responsabilité respectives de la hiérarchie, de l'opérateur et du spécialiste avant et après les réorganisations (tableaux 1.3 et 1.4). Ces trois variables mesurent respectivement le nombre de tâches dont l'opérateur est devenu responsable au cours de la réorganisation, le nombre de tâches dont le spécialiste est devenu responsable et

---

[24] Il s'agit des questions Q83, Q86 et Q157 du questionnaire qui figure dans l'annexe I.1.

[25] Il s'agit des questions Q611A à Q643A et Q611P à Q643P.

le nombre de tâches perdues par la hiérarchie. Chaque variable a trois classes, les regroupement en classes ayant été choisis à partir de la distribution de l'évolution du nombre des tâches (tableau 1.5).

Nous avons choisi ces variables car elles mesurent des aspects qui se trouvent au cœur du nouveau modèle d'organisation tel qu'il est décrit dans le discours managérial. Nous n'avons pas rajouté les variables sur le resserrement des liens entre la production, les autres services et l'extérieur de l'entreprise, ni celles sur les démarches formalisées visant à accroître la qualité car elles étaient fortement corrélées aux variables sur la sphère de responsabilité de l'opérateur, le travail en groupe et les niveaux hiérarchiques.

Les trois variables de changement de compétence ont été présentées dans les tableaux 1.11 et 1.12. Elles indiquent si dans le cadre des réorganisations, il y a eu un accroissement des compétences requises des ouvriers, des techniciens et agents de maîtrise et des ingénieurs et cadres[26].

Les Graphiques 1.3 et 1.4 montrent comment ces variables se situent dans les plans engendrés par les axes 1 et 2 et les axes 2 et 3. Ces trois premiers axes factoriels représentent 42% de l'inertie totale du nuage de points.

[Insérer graphique 1.3]

Le premier axe peut s'interpréter comme mesurant les changements dans le travail de l'opérateur. D'un côté, on retrouve associés l'apparition de l'opérateur sur quatre tâches et plus, les créations de groupes de travail et d'équipes de travail autonomes, la baisse des niveaux hiérarchiques et l'accroissement des compétences

des ouvriers qui s'opposent à l'absence d'équipes et de groupes de travail et à la stabilité des compétences des ouvriers. Ce premier résultat, qui corrobore l'analyse de corrélations que nous avons conduite dans la section A se reflète dans la proposition suivante.

Observation 7. Dans la description des responsables d'entreprise, le développement du travail de groupe au sein de l'atelier, la baisse des niveaux hiérarchiques et l'adoption de dispositifs favorisant la décentralisation des décisions opérationnelles, vont de pair.

Le second axe peut s'interpréter comme mesurant les transformations qui affectent la hiérarchie. Il oppose la disparition de la hiérarchie (forte ou plus modérée), corrélée à l'apparition faible du spécialiste et à la stabilité des compétences de l'encadrement, à la stabilité ou au développement de la sphère de responsabilité de la hiérarchie associée à l'accroissement des compétences des ingénieurs et cadres techniques et à la stabilité ou à la régression de la sphère de responsabilité des opérateurs et des spécialistes.

[Insérer graphique 1.4]

Le troisième axe oppose l'apparition forte du spécialiste à l'apparition forte de l'opérateur, associée à la baisse des niveaux hiérarchiques. Le long de cet axe apparaît aussi une situation intermédiaire où l'apparition modérée du spécialiste est associée à l'apparition modérée de l'opérateur et à la stabilité des niveaux hiérarchiques.

---

[26] Elles ont construites à partir des questions Q101, Q102 et Q103 du questionnaire qui figure dans l'annexe I.1.

Les coordonnées des entreprises sur ces trois axes ont servi à établir une classification ascendante hiérarchique qui débouche sur une partition en quatre classes. La première et la seconde sont celles où les changements sont les plus importants. Elles s'opposent aux deux autres. La projection des centres de classe dans les plans factoriels est représentée sur les graphiques 1.3 et 1.4. On voit que la première classe (TYPO1) s'oppose aux troisième (TYPO3) et quatrième (TYPO4) classes sur l'axe traduisant les changements dans le travail de l'opérateur et à la deuxième (TYPO2) sur l'axe mesurant la tension entre les accroissements des responsabilités respectives de l'opérateur et du spécialiste. Les troisième et quatrième classes, quant à elles, s'opposent sur l'axe qui décrit les transformations de la hiérarchie.

La première classe associe donc des entreprises où l'opérateur a vu son rôle se modifier de manière conséquente, ce qui n'est pas le cas des troisième et quatrième classes. La seconde classe se caractérise par l'apparition forte du spécialiste, la troisième par la stabilité des sphères de responsabilité des différents intervenants et par l'accroissement des compétences requises de l'encadrement, et la quatrième par l'absence de changements, que ce soit en terme de compétences ou en terme d'organisation. Le tableau 1.31 donne la distribution des entreprises dans les différentes classes et les fréquences des modalités des variables utilisées dans l'analyse des données en leur sein.

[Insérer tableau 1.31]

La première classe regroupe 31 % des entreprises réorganisées (25% de la totalité des entreprises) ; elle se caractérise par un accroissement des compétences des trois catégories de main-d'œuvre et par une transformation forte du travail de l'opérateur. Celui-ci accroît sa sphère de responsabilité (95% des entreprises de la

classe), et prend part à des groupes de travail (83%) et / ou à des équipes de travail autonomes (67%). Dans 66% des entreprises de cette classe les niveaux hiérarchiques ont baissé et dans 50% la sphère de responsabilité de la hiérarchie a régressé. Celle du spécialiste a une évolution semblable à celle de l'ensemble de la population. On peut considérer que cette catégorie de changements organisationnels traduit l'orientation vers le modèle de l'entreprise flexible décrit dans la littérature managériale.

21% des entreprises réorganisées (17% de la totalité des entreprises) appartiennent à la seconde classe qui est, elle aussi, caractérisée par des compétences accrues. Mais l'accroissement des compétences est plus fréquent pour les ingénieurs et cadres et moins fréquent pour les opérateurs que dans la classe précédente (79% contre 63% et 82% contre 95%). La spécificité de cette classe tient à un net accroissement de la sphère de responsabilité du spécialiste (86% des entreprises). Celle-ci est associée à la disparition de la hiérarchie sur certaines tâches (62%) et à la stabilité ou à la hausse des niveaux hiérarchiques (82%). Cette configuration de changements, qui se caractérise donc essentiellement par un mouvement de technicisation n'a pas été décrite par les approches économiques que nous avons examinées dans cette section. Elle évoque cependant le passage de la structure simple où la spécialisation des postes de travail est faible à la bureaucratie mécaniste où grâce à la standardisation, le travail peut être divisé horizontalement. Il est donc fort possible que cette classe regroupe des petites entreprises en développement.

La troisième classe rassemble 28% des entreprises réorganisées (22% de la totalité des entreprises). Les compétences des techniciens et agents de maîtrise et des ingénieurs et cadres (respectivement 96% et 73% des entreprises) y augmentent davantage que dans l'ensemble de la population. Mais les changements

organisationnels y sont très limités. On peut interpréter ce type de changements comme un approfondissement du modèle de l'entreprise centralisée et hiérarchique.

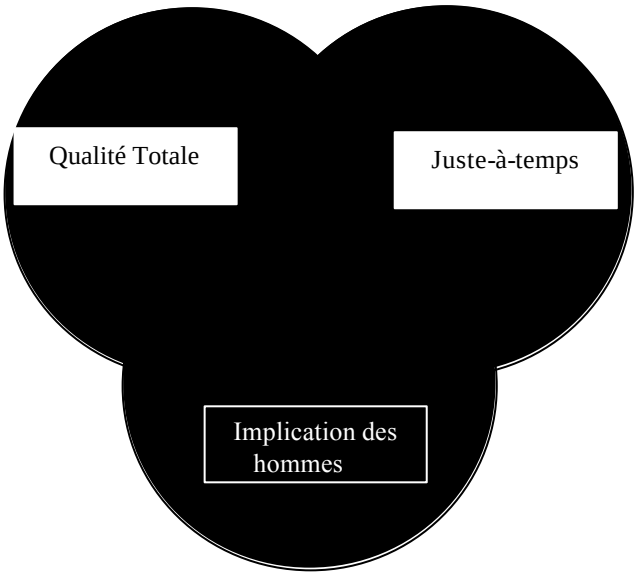
La dernière classe, enfin, est marquée par des changements très limités, que ce soit dans le domaine des compétences ou dans celui de l'organisation (20 % des entreprises réorganisées, 16 % de l'échantillon total).

Au total, un quart des entreprises industrielles de plus de 50 salariés s'oriente vers le nouveau modèle de management que nous avons largement décrit dans cette section. Néanmoins, 20% des entreprises ont déclaré ne pas s'être réorganisé et 16% n'ont adopté les nouveaux dispositifs que de manière très marginale. Cela fait donc un total de 36% des entreprises peu ou pas concernées par les changements organisationnels. Les 37% restants se caractérisent par des configurations peu ou non décrites dans les approches que nous avons examinées. Une partie d'entre elles spécialisent les postes de travail plutôt que d'intégrer les tâches, les autres renforcent essentiellement les compétences de la hiérarchie et parfois développent le travail en groupe.

Ces résultats fournissent donc une information sur l'orientation des changements organisationnels qui vient compléter ceux obtenus avec l'enquête TOTTO de 1987. Ces deux enquêtes témoignent d'un tissu productif plus riche que ce que laisse entendre les réflexions générales sur l'organisation du travail et ses changements. Nous ne pouvons malheureusement pas confronter les deux sources car l'échantillon commun aux deux enquêtes est de taille trop faible pour que l'observation soit généralisable. Le double volet de l'enquête COI nous permettra d'ouvrir cette voie de recherche.

Il reste que ces deux sources témoignent d'une part d'une diffusion de nouvelles orientations dans l'organisation des postes de travail, et notamment de l'existence de postes travail ouvriers fortement communiquant, d'autre part de changements conséquents dans l'organisation du travail concernant une part importante des entreprises industrielles. Cette section nous a permis d'apprécier les relations au sein d'un ensemble très vaste de variables et de construire des variables synthétiques décrivant à la fois l'organisation et les technologies. Nous allons les mobiliser de nouveau dans notre partie III.

Tableau 1.1 : Vue générale de l'excellence industrielle : élimination de la non-valeur ajoutée



Qualité totale	**Implication des hommes**	**Juste-à-temps**
Qualité définie selon les besoins du client Effort de l'ensemble de l'entreprise Objectifs / cibles d'amélioration Qualité du processus : qualité du produit Responsabilité à la source Contrôle statistique de processus Correction immédiate Méthode d'analyse de causes et d'effets Réduction de la variabilité dans le processus Opérations conçues pour empêcher les défauts Standardisation	Objectif de survie Changement complet de l'organisation Responsabilité à la source Plus de qualification, moins d'effort Personnel souple et polyvalent Recherche d'une vision globale Plein-emploi Enrichissement des compétences Atmosphère de résolution des problèmes Mesure des performances Processus permanent d'amélioration	Organisation du poste de travail Visibilité Stocks limités Temps de changement de série réduits Faible taille des lots Cycles de production réduits Réduction de la surface Technologie de groupe Gamme, standardisation Implantation en cellules Conception pour la production Charge stable et renouvelée Maintenance préventive Analyse des temps de cycle

Source : Extrait de Hall (1989), p. 43.

Tableau 1.2 : Les objectifs des réorganisations de la production

Les réorganisations ont pour objectif (en %):	OUI	NON
d'accroître la qualité	87	13
de réduire les délais entre commande et livraison	78	23
de réduire les stocks	61	39
de s'adapter à un changement des procédés de production	52	48
de s'adapter à une réduction d'effectifs	41	59
d'accroître la différenciation ou le rythme de renouvellement des produits	40	60
d'accroître la durée d'utilisation des équipements	32	68
de s'adapter à une restructuration (fusion, absorption ,etc.)	22	78

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.3 : Présence de différents intervenants sur certaines tâches avant les réorganisations

Présence de chaque intervenant (en %) sur :	La hiérarchie	Le spécialiste	L'opérateur
- effectuer la répartition des tâches entre opérateurs	86	13	7
- arrêter la production en cas d'incident	83	19	30
- relancer la production suite à un incident	81	18	19
- participer à des améliorations techniques	81	54	35
- contrôler la qualité des produits	41	51	37
- contrôler la qualité des approvisionnements	40	50	30
- effectuer les réparations courantes en cas d'incident	14	69	36
- effectuer la maintenance courante	9	70	33

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés

Tableau 1.4 : Apparition et disparition des intervenants sur certaines tâches suite aux réorganisations

Evolution de la situation de l'intervenant (en%)	La hiérarchie			Le spécialiste			L'opérateur		
	A	S	D	A	S	D	A	S	D
Effectuer la répartition des tâches entre opérateurs	2	91	7	7	91	2	11	88	1
Arrêter la production en cas d'incident	2	86	12	13	85	2	26	72	2
Relancer la production suite à un incident	2	90	8	12	86	2	16	83	1
Participer à des améliorations techniques	4	88	8	16	82	2	40	59	1
Contrôler la qualité des produits	5	80	15	15	73	12	37	58	5
Contrôler la qualité des approvisionnements	2	84	14	16	79	5	19	76	5
Effectuer les réparations courantes en cas d'incident	1	94	5	7	86	7	21	75	4
Effectuer la maintenance courante	2	90	8	7	80	13	21	75	4

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation.
A : apparition de l'intervenant sur la tâche considérée, S : stabilité, D : disparition

Tableau 1.5 : Evolution des responsabilités des opérateurs, des spécialistes et de la hiérarchie

En %, N=1496	Apparition de l'opérateur (APO)	Apparition du spécialiste (APS)	Disparition de la hiérarchie (DIH)
sur aucune tâche	32,0	61,5	65,5
sur 1 tâche	15,6	16,4	16,2
sur 2 tâches	13,3	10,6	10,2
Sur 3 tâches	13,0	5,5	3,8
Sur 4 tâches	10,2	3,1	2,7
Sur 5 tâches	8,0	1,5	0,9
Sur 6 tâches	4,2	0,9	0,3
Sur 7 tâches	2,7	0,3	0,2
Sur 8 tâches	1,1	0,3	0,1
Total	100	100	100

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.6 : Les relations entre les variables de changement organisationnel

AFO	AMO	AFS	AMS	DFH	DMH	GT	ETA	BNH	N=1496
1	-	NS	NS	0,17	0,14	0,22	0,20	0,26	**AFO**
	1	0,07	0,09	NS	0,10	NS	NS	NS	**AMO**
		1	-	0,23	0,06	NS	0,08	NS	**AFS**
			1	0,10	0,18	NS	0,05*	NS	**AMS**
				1	-	**NS**	0,14	NS	**DFH**
					1	0,05*	0,10	NS	**DMH**
						1	0,20	0,20	**GT**
							1	0,21	**ETA**
								1	**BNH**

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation
Tous les coefficients sont significatifs au seuil de 1%, 5% quand * est indiqué, NS signifie non significatif au seuil de 5%. Les variables utilisées sont représentées par les sigles suivants : apparition de l'opérateur sur 4 tâches et plus (**AFO**), sur 1,2 ou 3 tâches (**AMO**); apparition du spécialiste sur 3 tâches et plus (**AFS**), sur 1 ou 2 tâches (**AMS**); disparition de la hiérarchie sur 3 tâches et plus (**DFH**), sur 1 ou 2 tâches (**DMH**); création de groupes de travail (**GT**), mise en place d'équipes de travail autonomes (**ETA**), baisse des niveaux hiérarchiques (**BNH**).

Tableau 1.7 : Nombre moyen de catégories d'intervenants par tâche

(par tranches en %):	Avant	Après
1 catégorie intervenant	34	19
plus de 1 à 1,5 catégories intervenants	53	44
plus de 1,5 à 2 catégories intervenants	11	30
plus de 2 catégories intervenants	2	7

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.8 : Resserrement des liens entre la production, les autres services et l'extérieur de l'entreprise

La production a renforcé ses liens formels avec (en %) :	OUI	NON
les méthodes	71	29
les achats	69	31
la R&D et les études	64	36
le contrôle de gestion	62	38
le marketing et les ventes	59	41
les ressources humaines	51	49
les fournisseurs	64	36
Les clients	56	44

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.9 : Les démarches formalisées visant à accroître la qualité

L'entreprise (en %) :	
a entrepris une démarche de qualité et a demandé à ses fournisseurs de s'y conformer	51
a entrepris une démarche de qualité sans demander à ses fournisseurs de s'y conformer	18
a demandé à ses fournisseurs d'entreprendre une démarche de qualité sans s'y conformer elle-même	4
n'a pas entrepris de démarche de qualité et n'a pas demandé à ses fournisseurs d'en entreprendre une	27

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.10 : Travail en groupe et niveaux hiérarchiques

Les réorganisations se sont accompagnées (en %):	OUI	NON
de la création de groupes de travail	56	44
de la mise en place d'équipes de travail autonomes	43	58
D'une baisse du nombre de niveaux hiérarchiques	31	69

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.11 : Accroissement des compétences requises et formation

Dans le cadre de la réorganisation, il y a eu (en %) :	Ouvriers	Techniciens et agents de maîtrise	Ingénieurs et cadres
accroissement des compétences requises et actions de formations spécifiques pour les :	68	71	30
accroissement des compétences requises sans action de formation spécifique pour les :	8	8	13
des actions de formation spécifiques sans accroissement des compétences requises pour les :	13	11	15
ni accroissement des compétences requises, ni actions de formation pour les :	11	10	42

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation

Tableau 1.12 : Relations entre les variables de changement de compétences

ACOUV	ACTAM	ACIC	FOUV	FTAM	FIC	N=1496
1	0,35	0,17	0,40	0,20	0,16	**ACOUV**
	1	0,47	0,20	0,41	0,25	**ACTAM**
		1	0,14	0,26	0,44	**ACIC**
			1	0,43	0,30	**FOUV**
				1	0,44	**FTAM**
					1	**FIC**

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation
Tous les coefficients sont significatifs au seuil de 1%. Les variables utilisées sont représentées par les sigles suivants : accroissement des compétences requises des ouvriers (**ACOUV**), des techniciens et agents de maîtrise (**ACTAM**), des ingénieurs et cadres (**ACIC**); actions de formation spécifiques des ouvriers (**FOUV**), des techniciens et agents de maîtrise (**FTAM**), des ingénieurs et cadres (**FIC**).

Tableau 1.13 : Réorganisation, taille et technologies de fabrication avancées

Entreprises (en %)	Réorganisées	Non réorganisées	50-199 salariés	200-499 salariés	500-999 salariés	+ 1000 salariés	Ensemble
Utilisant des robots ou MOCN:							
- Aucun	52	81	64	46	38	28	58
- Non liés (MOCNRNL)	32	13	24	37	42	40	29
- Liés (MOCNRL)	16	6	12	46	20	32	14
Introduisant entre 1988 et 1993 la :							
- Gestion des Stocks AO	66	38	56	71	64	74	60
- Gestion de la Production AO	63	27	50	65	72	77	55
- Conception Fabrication AO	46	20	35	48	53	77	40
- Gestion de la Maintenance AO	18	6	9	20	36	52	14

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés
« AO » signifie assistée par ordinateur

Tableau 1.14 : Les relations entre les variables de changement technologique

N=1496¯ 1824 ®	CFAO	GPAO	GSAO	GMAO	MOCNRL	MOCNRNL
CFAO	1	0,24	0,17	0,18	0,15	0,16
GPAO	0,17	1	0,48	0,19	0,11	0,10
GSAO	0,13	0,44	1	0,17	0,09	0,06
GMAO	0,15	0,15	0,13	1	0,16	0,06
MOCNRL	0,14	0,08	0,06	0,15	1	-
MOCNRNL	0,13	0,07	NS	NS	-	1

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés
La partie au-dessus de la diagonale correspond à des corrélations calculées sur l'échantillon total de l'enquête (N=1824), la partie en dessous de la diagonale à des corrélations calculées sur l'ensemble des entreprises ayant déclaré une réorganisation (1496). Tous les coefficients sont significatifs au seuil de 1%. NS signifie non significatif au seuil de 5%.

Tableau 1.15 : Les réseaux de communication

(En %) En dehors des chefs, autres personnes qui donnes des consignes et des indications :	Cadres		Professions intermédiaires		Employés		Ouvriers qualifiés		Ouvriers non qualifiés		Ensemble	
	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993	1987	1993
-collègues	38	40	41	45	39	39	39	41	36	38	39	41
-autres personnes de l'entreprise	39	36	37	39	31	28	30	28	27	23	33	31
-personnes extérieures	32	34	25	28	16	18	18	21	9	11	19	22
Demande de renseignements auprès de :												
-supérieurs hiérarchiques	85	85	89	85	86	90	87	86	83	81	86	86
-collègues	78	85	79	84	67	69	68	74	60	64	70	75
-autres personnes de l'entreprise	62	64	50	55	31	32	28	30	21	20	36	40
-personnes extérieures	55	59	39	46	19	24	18	22	8	9	25	32
Discussions sur le contenu du travail :												
-seul avec la hiérarchie	88	87	90	89	82	78	86	83	74	70	84	82
-avec des collègues et la hiérarchie	79	80	84	83	70	68	78	77	65	63	75	74
-entre collègues sans la hiérarchie	86	87	89	90	77	77	85	87	73	76	82	83

Source : Enquêtes TOTTO 1987 (INSEE) et 1993 (DARES)
Champ : Ensemble des salariés
Extrait de Aquain, Bué et Vinck (1994)

Tableau 1.16 : L'initiative des salariés

(En %) Quand il se produit quelquechose d'anormal dans le travail, les salariés :	Cadres			Professions intermédiaires			Employés			Ouvriers qualifiés			Ouvriers non qualifiés			Ensemble		
	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993
-règlent en général l'incident	75	79	80	59	63	66	36	43	48	38	43	46	21	27	31	43	50	54
-règlent seulement l'incident dans les cas prévus à l'avance	13	10	9	20	16	15	20	17	16	21	16	18	16	13	13	19	15	15
-font généralement appel à d'autres	9	10	10	20	20	18	43	40	35	40	41	36	62	60	56	37	35	30

Source : Enquêtes TOTTO 1987 (INSEE) et 1993 (DARES), «Conditions de Travail » 1991 (DARES)
Champ : Ensemble des salariés
Extrait de Aquain, Bué et Vinck (1994)

Tableau 1.17 : Proportion de salariés déclarant subir des contraintes

(En %)	Cadres			Professions intermédiaires			Employés			Ouvriers qualifiés			Ouvriers non qualifiés			Ensemble		
	1984	1991	1993	1984	1991	1993	1984	1991	1993	1984	1991	1993	1984	1991	1993	1984	1991	1993
Déplacement automatique d'un produit ou d'une pièce	-	-	-	1	1	2	-	1	2	4	8	13	10	16	20	3	4	6
Cadence automatique d'une machine	-	-	-	1	2	2	1	2	3	8	12	16	15	21	23	4	6	7
Normes ou délais courts	8	13	28	14	32	37	12	29	36	31	56	65	31	54	61	19	38	44
Demandes du clients ou du public	51	67	66	44	67	65	48	66	61	31	45	53	17	28	32	39	57	58
Contrôle permanent de la hiérarchie	8	10	11	14	18	19	18	23	23	20	30	33	24	34	37	17	23	24

Source : Enquêtes «Conditions de Travail » 1984 et 1991 (DARES), TOTTO 1993 (DARES)
Champ : Ensemble des salariés
Extrait de Aquain, Bué et Vinck (1994)

Tableau 1.18 : La charge mentale au travail

(En %)	Cadres	Professions inter-médiaires	Employés	Ouvriers qualifiés	Ouvriers non qualifiés	Ensemble
Devoir retenir beaucoup d'informations à la fois	91	80	54	38	21	57
Devoir fréquemment abandonner une tâche pour une autre non prévue	55	52	51	42	36	48
Ne pas pouvoir faire varier les délais fixés	25	27	36	48	51	37
Ne pas pouvoir interrompre son travail en dehors des pauses	20	25	28	30	34	28
Même de niveau modéré, le bruit gène	33	34	22	23	19	26
Ne pas quitter son travail des yeux	12	20	22	40	39	26

Source : Enquêtes « Conditions de Travail » 1991 (DARES)
Champ : Ensemble des salariés
Extrait de Cézard, Dussert, Gollac (1993a)

Tableau 1.19 : Proportion de salariés utilisateurs de nouvelles technologies

(En %)	Cadres			Professions intermédiaires			Employés			Ouvriers qualifiés			Ouvriers non qualifiés			Ensemble		
	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993	1987	1991	1993
Terminal	31	35	38	23	28	30	19	24	24	5	7	9	2	3	4	16	20	22
Microordinateurs	38	52	63	26	37	45	17	26	33	4	6	8	1	3	4	16	25	31
Ensemble des ordinateurs	51	63	71	39	49	54	31	40	43	7	10	14	3	5	7	26	34	39
Minitel	32	44	56	17	32	44	13	25	34	2	4	7	1	1	2	12	12	30
Télécopie	-	-	68	-	-	48	-	-	34	-	-	10	-	-	4	-	-	34
Vidéo	13	16	24	9	13	20	2	3	7	2	2	4	0	1	2	4	7	11
Robot	1	1	1	1	1	2	0	0	0	3	3	4	2	2	3	1	1	2
MOCN	0	1	1	1	1	2	0	0	0	2	4	7	1	2	5	1	1	3

Source : Enquêtes TOTTO 1987 (INSEE) et 1993 (DARES), « Conditions de Travail » 1991 (DARES)
Champ : Ensemble des salariés
Extrait de Aquain, Cézard, Gollac et Vinck (1994)

Tableau 1.20 : Dimensions des cinq configurations structurelles

	Structure simple	**Bureaucratie mécaniste**	**Structure divisionalisée**	**Bureaucratie professionnelles**	**Adhocratie**
Mécanisme de coordination principal	Supervision directe	Standardisation du travail	Standardisation des productions	Standardisation des qualifications	Ajustement mutuel
Partie clef de l'organisation	Sommet stratégique	Technostructure	Ligne hiérarchique	Centre opérationnel	Fonctions de support
Paramètres de conception					
Spécialisation des postes de travail (horizontale : H, verticale : V)	Peu	H et V importantes	H et V modérées (entre siège et divisions)	H importante	Beaucoup de H
Formation et socialisation	Peu	Peu	Modérée (directeurs de division)	Beaucoup	Beaucoup
Formalisation et standardisation	Peu	Importante	Beaucoup (dans les divisions)	Peu	Peu
Bureaucratique / organique	Organique	Bureaucratique	Bureaucratique	Bureaucratique	Organique
Regroupement en unité	Généralement par fonction	Généralement par fonction	Par marché	Par fonction et par marché	Par fonction et par marché
Taille des unités	Grande	Grande à la base, petite ailleurs	Large (au sommet)	Grande à la base, petite ailleurs	Petite partout
Système de planification (P) et de contrôle (C)	Peu de P et C	P des actions	Beaucoup de P et C	Peu de P et C	P des actions limitées
Mécanismes de liaison	Peu	Peu	Peu	Dans la partie administrative	Beaucoup partout
Décentralisation (horizontale : H, verticale : V)	Centralisation	Décentralisation H limitée	Décentralisation V limitée	Décentralisation H et V	Décentralisation sélective
Fonctionnement					
Sommet stratégique	Tout l'administratif	Réglages minutieux, coordination, gestion des conflits	Gestion du portefeuille stratégique, contrôle de performances	Liaisons avec l'extérieur, gestion des conflits	Liaisons avec l'extérieur, gestion des conflits, contrôle des projets
Centre opérationnel PA (BA) = Peu (Beaucoup) d'Autonomie	Travail informel, PA	Travail routinier, formalisé, PA		Travail qualifié, standardisé, BA	Travail informel, par projet, BA
Technostructure	Aucune	Elaborée, formalise le travail	Elaborée au siège pour le contrôle des performances	Peu	Petite, confondue avec le reste dans les projets
Fonctions de support	Petites	Souvent élaborées	Partagées entre siège et divisions	Elaborées	Très élaborées
Flux d'autorité	Important, du sommet	Importants partout		Insignifiants (sauf fonctions support)	Insignifiant
Flux de communication informelle	Importants	Découragés	Modéré, entre le siège et les divisions	Importants dans l'administratif	Importants partout
Flux des décisions	Du haut vers le bas	Du haut vers le bas	Différencié entre le siège et les divisions	Du bas vers le haut	Complexe à tous les niveaux
Facteurs de contingence					
Age et taille	Jeune (étape 1)	Vieille et grande (étape 2)	Vieille et très grande (étape 3)	Ça dépend	Jeune
Système technique	Simple, non régulateur	Régulateur, non automatisé, pas très sophistiqué		Ni régulateur, ni sophistiqué	Parfois sophistiqué, automatisé
Environnement	Simple et dynamique, hostile	Simple et stable	Relativement simple et stable, diversifié	Complexe et stable	Complexe et dynamique
Pouvoir	Contrôle par le DG	Contrôle technocratique externe	Contrôle par la ligne hiérarchique	Contrôle par les opérateurs professionnels	Contrôle par les experts

Source : Mintzberg (1982, traduction française), d'après le tableau 21.1, pp.404-405

Tableau 1.21 : Les caractéristiques des mondes de production

		Caractéristique de l'offre en terme de produits			
		Produits spécialisés	**Produits standardisés**		
Caractéristique de la demande en terme de produit	**Produits dédiés**	Critère d'évaluation du produit par le demandeur : ***le prix*** Critère de concurrence : ***la qualité*** Forme de l'aléa : ***incertitude sur les produits demandée*** Traitement de l'aléa : ***Réputation, recherche de nouveaux marché*** Définition de l'emploi : ***la personne, membre d'une communauté de travail*** **MONDE DE PRODUCTION INTERPERSONNEL**	Critère d'évaluation du produit par le demandeur : ***respect d'un standard industriel local*** Critère de concurrence : ***le prix puis la qualité*** Forme de l'aléa : ***incertitude sur les prix et quantités demandées*** Traitement de l'aléa : ***sous-traitance, flexibilité numérique de l'emploi*** Définition de l'emploi : ***L'individu disponible*** **MONDE DE PRODUCTION MARCHAND**	**Incertitude**	**Caractéristique stochastique de la demande**
	Produits génériques	Critère d'évaluation du produit par le demandeur : ***respect de règles éthiques et scientifiques*** Critère de concurrence : ***l'apprentissage*** Forme de l'aléa : ***nouveauté des produits et de la technologie*** Traitement de l'aléa : ***confiance envers l'autre*** Définition de l'emploi : ***l'expert*** **MONDE DE PRODUCTION IMMATERIEL OU INNOVANT**	Critère d'évaluation du produit par le demandeur : ***respect d'un standard industriel général*** Critère de concurrence : ***le prix*** Forme de l'aléa : ***risque probabilisable*** Traitement de l'aléa : ***prévisions à court et moyen terme et stockage*** Définition de l'emploi : ***le titulaire d'un poste de travail*** **MONDE DE PRODUCTION INDUSTRIEL**	**Prévisibilité**	
		Economie de variété	**Economie d'échelle**		
		Caractéristiques de l'offre en terme de processus de production			

Source : d'après Salais (1992), Schéma 1, p. 52 et Salais et Storper (1991), Figure 1, p. 172.

Tableau 1.22 : Du fordisme à un nouveau modèle : un tableau synthétique

Le modèle « fordiste »	Les difficultés des années 70 et 80	Le modèle « toyotiste » et / ou « uddevalliste » ?
Les principes		
Rationaliser le travail et mécaniser autant que possible	Insuffisante mobilisation des savoir-faire, alourdissement du capital, sous-utilisation et rigidités conduisant à *Un ralentissement de la productivité*	Optimiser la productivité globale des facteurs (équipement, travail, matières premières, stocks)
D'abord concevoir, puis produire et organiser le travail	Coûts important de changement de modèle et lenteur des réactions à la conjoncture conduisant à *Une incapacité à répondre à un marché changeant en volume et composition*	Intégrer recherche, développement, organisation de la production et réseaux de vente
Vendre ce que l'on sait produire	Insuffisante différenciation et perte de contact avec les attentes des utilisateurs conduisant à *Un stockage lourd et une lenteur de réaction aux changements du marché*	Produire ce que l'on vend, grâce à une observation continue et détaillée des marchés
Produire à coût décroissant des biens standardisés fût-ce de qualité médiocre	Recherche de rendements d'échelle au détriment de la qualité conduisant à *Une absence de prise en compte de la qualité sur des marchés en renouvellement*	Produire des biens différenciés de qualité, à des coûts décroissants
L'organisation		
Production en série pour la demande stable et croissante, par lots pour le reste	La demande se fait incertaine et l'automatisation permet une réduction de la taille des séries d'où *Les entreprises fordistes perdent des parts de marché*	Insertion de la demande dans le processus productif : production de masse de produits différenciés
Centralisation de la plupart des décisions, y compris de production dans des divisions spécialisées	Les délais de réaction sont importants et l'information pertinente n'est pas maîtrisée d'où *Crise du modèle de gestion, inefficacité et pléthore de la hiérarchie intermédiaire*	Décentralisation la plus complète des décisions concernant la production, réduction de la hiérarchie intermédiaire
Intégration verticale et réseaux de sous-traitants	Les problèmes de contrôle et d'organisation se multiplient et déstabilisation par les nouvelles techniques et les entrants d'où *Perte de maîtrise du processus d'innovation*	Insertion dans des réseaux et opérations de partenariat afin de bénéficier des gains de spécialisation et de coordination
Les sous-traitants amortisseurs des fluctuations de demande, cibles des réductions de coût	Les sous-traitants disparaissent car prix trop bas et investissement insuffisant dans la R&D et la formation d'où *Détérioration des liens grande entreprise / sous-traitance*	Contractualisation longue de la sous-traitance afin de promouvoir qualité et innovation
Le rapport salarial		
Division du travail et spécialisation, comme source de productivité	Montée des coûts de contrôle et d'organisation, rejet de la discipline fordiste et rigidité dans l'allocation des tâches d'où *Crise du travail et de la productivité*	Recomposition des tâches de production, maintenance, contrôle de la qualité et gestion de l'atelier
Contenu en éducation et formation minimale dans l'atelier, maximale dans la hiérarchie	Perte (ou non utilisation) des savoir-faire des travailleurs, tension interne à l'entreprise d'où *Incapacité à maîtriser les équipements électronisés*	Synergie entre un niveau minimal d'éducation et une formation professionnelle, afin de maximiser la compétence
Contrôle hiérarchique et incitations financières pour faire accepter un travail peu stimulant	Rejet du contrôle hiérarchique par les jeunes générations mieux formées et report des frustrations sur les augmentations de salaire d'où *Tensions sur les coûts et chute de la rentabilité*	Politique de ressources humaines développant la loyauté et la compétence des salariés
Relations professionnelles conflictuelles	Compressions d'effectifs comme moyen d'ajustement et stratégies non coopératives d'où *Blocage des solutions mutuellement avantageuses*	Un compromis à long terme entre direction et salariés : compétences et loyauté en échange d'une stabilité de l'emploi et / ou partage des résultats financiers de l'entreprise

Source : D'après Boyer (1991), table 4 p. 10 et Durand et Boyer (1998), diagrammes 1,2 et 3 p.15, 19, 21, 23 et 34.

Tableau 1.23 :Corrélations entre les modalités hautes des variables de communication

	Multilatérale	Extérieur	Autres services	Verticale
Horizontale	0,07	0,07	0,31	0,23
Verticale	0,11	0,00	0,22	
Autres services	0,10	0,24		
Extérieur	0,06			

Source : Enquête TOTTO 1987, échantillon de 1470 individus
Echantillon : Ouvriers d'atelier rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Une communication multilatérale élevé indique la présence simultanée de cercles de qualité, groupes d'expression, boîtes à idées, système de récompense des innovations.
Les coefficients sont significatifs au seuil de 1%.

Tableau 1.24 :Corrélations entre différents types de contraintes hiérarchiques

	Application stricte des consignes	L'ouvrier ne répare pas lui-même les incidents	Le chef fixe les objectifs et les procédures à suivre
L'ouvrier ne peut échanger son travail	0,11	0,09	0,13
Le chef fixe les objectifs et les procédures à suivre	0,30	0,21	
L'ouvrier ne répare pas lui-même les incidents	0,18		

Source : Enquête TOTTO 1987, échantillon de 1470 individus
Echantillon : Ouvriers d'atelier rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Les coefficients sont significatifs au seuil de 1%.

Tableau 1.25 :Corrélations entre différentes contraintes techniques

	Horaires alternants 3X8	Horaires alternants 2X8	Normes de qualité	Cadences liées à la machine
Chaîne	0,10	0,08	0,14	0,24
Cadences liées à la machine	0,07	0,11	0,21	
Normes de qualité	0,05*	0,08		

Source : Enquête TOTTO 1987, échantillon de 1470 individus
Echantillon : Ouvriers d'atelier rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Les coefficients sont significatifs au seuil de 1%, de 5% quand * est indiqué.

Tableau 1.26 : corrélation entre la modalités basse de la variable d'intensité des contraintes hiérarchiques et :

La modalité haute des variables d'intensité de la communication				
Horizontale	**Verticale**	**Avec les autres services**	**avec l'extérieur**	**multilatérale**
0,05*	0,13	0,10	0,13	0,08
Les variables de contraintes techniques				
Cadences liées à la machine	**Absence de cadences**	**Normes de qualité**	**Horaires à la carte**	
-0,13	0,16	-0,05*	0,11	
L'usage de technologies spécifiques				
Chaîne	**Informatique**	**Robots ou MOCN**		
0,00	0,19	0,07		

Source : Enquête TOTTO 1987, échantillon de 1470 individus
Echantillon : Ouvriers d'atelier rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Les coefficients sont significatifs au seuil de 1%, de 5% quand * est indiqué.

Tableau 1.27 : Corrélations entre les modalités hautes des variables de communication et les technologies

	Horizontale	**Verticale**	**Autres services**	**Extérieur**	**Multilatérale**
Informatique	0,09	0,10	0,17	0,17	0,18
Robots/MOCN	0,00	0,08	0,06	0,00	0,05*
Chaîne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14

Source : Enquête TOTTO 1987, échantillon de 1470 individus
Echantillon : Ouvriers d'atelier rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Les coefficients sont significatifs au seuil de 1%, de 5% quand * est indiqué.

Tableau 1.28 : Un découpage en quatre classes

« Structure simple »	Type moyen	« Fordisme amendé »	« Adhocratie »
Communication minimale Contraintes hiérarchiques fortes	Classes moyenne à tous points de vue	Communication multilatérale intense Contraintes techniques fortes Contraintes hiérarchiques moyennes	Réseau de communications dense Contraintes techniques faibles Contraintes hiérarchiques faibles
Echantillon : 220 entreprises 357 salariés	Echantillon : 204 entreprises 415 salariés	Echantillon : 177 entreprises 395 salariés	Echantillon : 175 entreprises 303 salariés

Source : Enquête TOTTO 1987, échantillon de 1470 individus et 776 entreprises
Echantillon : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés dont un ouvrier a répondu à l'enquête TOTTO de 1987

Tableau 1.29 : Caractéristiques générales des entreprises

	« Structure simple »	Type moyen	« Fordisme amendé »	« Adhocratie »	Ensemble
Appartenance à un groupe	24%	43%	62%	50%	43%
Secteur dominant	Textile	Aucun	Automobile	Mécanique	
Valeur médiane					
Nombre de salariés	182	304	461	328	275
Intensité capitalistique	114 000 F	128 000 F	200 000 F	145 000 F	114 000 F
Taux d'investissement	6,5%	7,6%	11,1%	8,8%	8,4%
Effort d' investissement	9,5%	11,0%	11,0%	12,2%	10,9%

Source : Enquête TOTTO 1987 appariée aux données BIC, échantillon de 776 entreprises
Echantillon : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés dont un ouvrier a répondu à l'enquête TOTTO de 1987

Tableau 1.30 : Une variable de changement technologique en quatre modalités

En %, N=1824 N=(1496)	CFAO	GPAO	GSAO	GMAO	MOCN Robots liés	MOCN Robots NL	Part
TECH1	68 (73)	89 (89)	89 (89)	30 (36)	35 (35)	65 (65)	27 (39)
TECH2	22 (25)	19 (17)	20 (19)	3 (5)	31 (31)	69 (69)	14 (14)
TECH3	48 (50)	88 (87)	90 (90)	20 (25)	0 (0)	0 (0)	28 (28)
TECH4	14 (18)	11 (16)	25 (25)	2 (4)	0 (0)	0 (0)	31 (19)
Ensemble	40 (49)	55 (64)	60 (67)	14 (23)	14 (19)	28 (35)	100 (100)

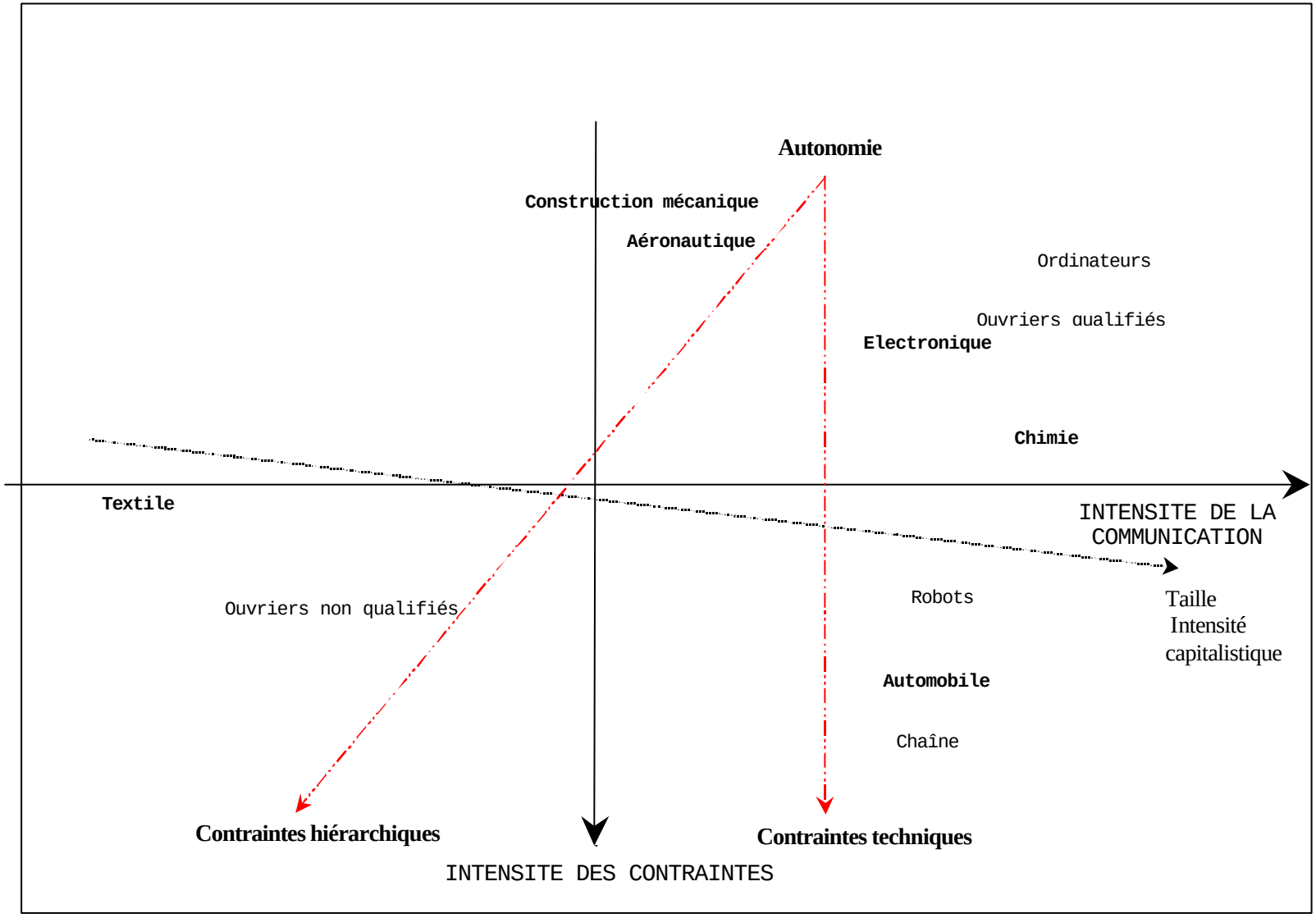
Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés
TECH1 : Présence de robots ou de MOCN, de 2 à 4 systèmes assistés par ordinateur.
TECH2 : Présence de robots ou de MOCN, 0 ou 1 système assisté par ordinateur.
TECH3 : Absence de robot et de MOCN, de 2 à 4 systèmes assistés par ordinateur.
TECH4 : Absence de robot et de MOCN, 0 ou 1 système assisté par ordinateur.
Les six premières colonnes indiquent la fréquence des différents changements technologiques au sein de chaque classe et dans l'ensemble de la population. La dernière colonne précise la part que chaque catégorie occupe dans la population totale. Le libellé des variables correspond à celui utilisé dans le tableau 1.13 et 1.14. Les chiffres entre parenthèses sont les fréquences calculées sur la sous-population des entreprises réorganisées (N=1496 sur un total de 1824 entreprises).

Tableau 1.31 : Une variable de changements organisationnels et des compétences en quatre modalités

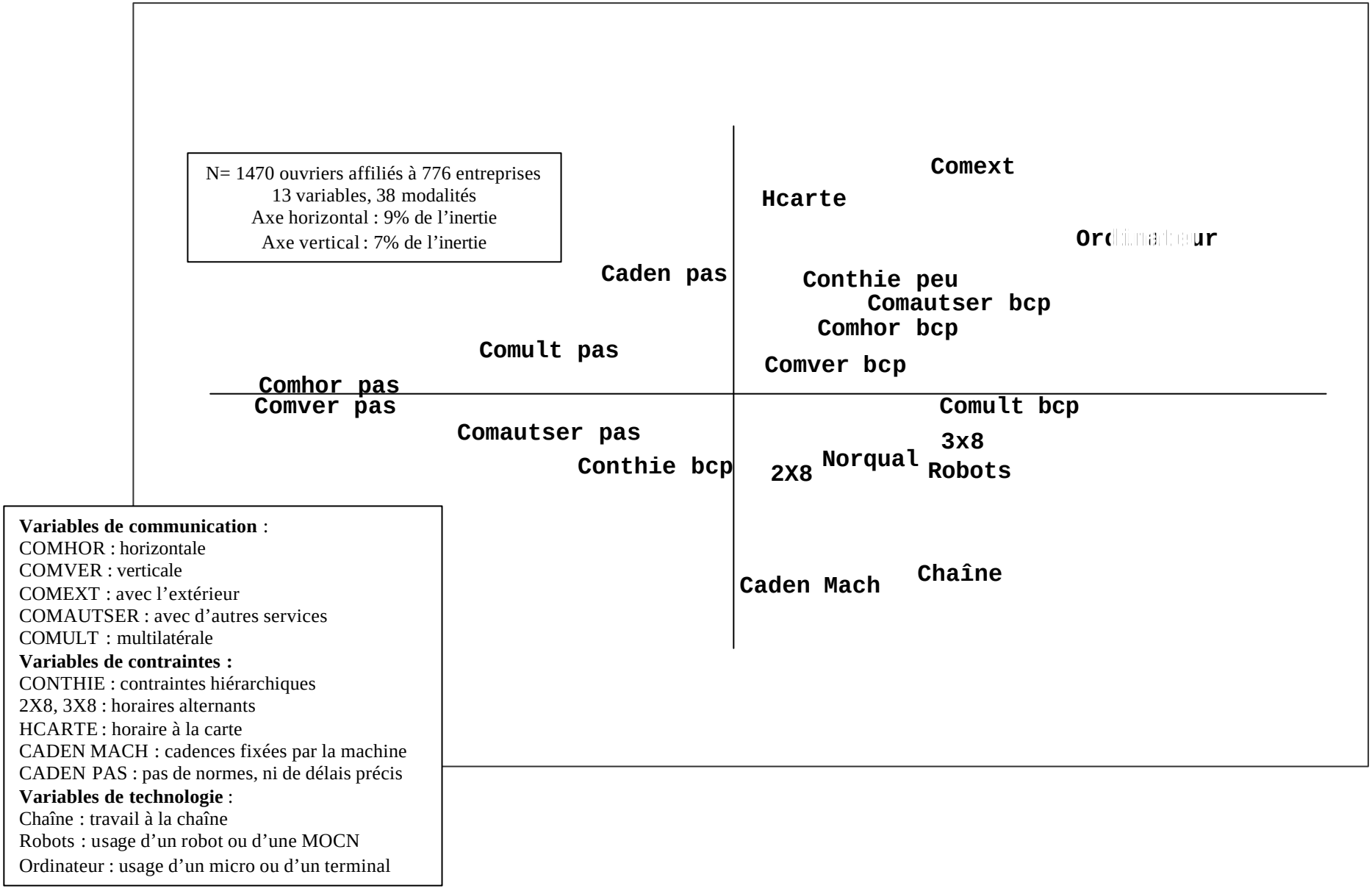
EN % N=1496	AFO	AMO	AFS	AMS	DFH	DMH	BNH	GT	ETA	ACOUV	ACTAM	ACIC	PART
TYPO1	56	34	11	33	12	38	66	83	67	95	99	63	31 (25)
TYPO2	6	75	40	46	14	48	8	51	41	82	100	79	21 (17)
TYPO3	1	28	1	11	0	3	9	43	26	76	96	73	28 (22)
TYPO4	17	48	8	27	10	23	30	37	30	44	7	4	20 (16)
Ensemble	22	43	14	28	9	27	31	56	43	76	79	57	100 (80)

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation
TYPO1 : Accroissement des compétences de tous, apparition marquée de l'opérateur, baisse des niveaux hiérarchiques, groupes de travail et équipes de travail autonomes
(Orientation vers le modèles de l'entreprise flexible)
TYPO2 : Accroissement des compétences de tous, apparition marquée du spécialiste, stabilité des niveaux hiérarchiques, ni groupes, ni équipes de travail.
(Technicisation)
TYPO3 : Accroissement des compétences des cadres et des techniciens et des agents de maîtrise, absence de changement organisationnel.
(Approfondissement de la logique hiérarchique)
TYPO4 : Ni changement dans les compétences, ni changement organisationnel.
Les douze premières colonnes indiquent la fréquence des différents changements organisationnels et de compétences au sein de chaque classe et dans l'ensemble de la population des entreprises réorganisées (N=1496). La dernière colonne précise la part que chaque catégorie occupe dans la population des entreprises réorganisées (la part dans la population totale est donnée entre parenthèses, N=1824). Les libellés des variables correspondent à ceux utilisés dans les tableaux 1.6 et 1.12.

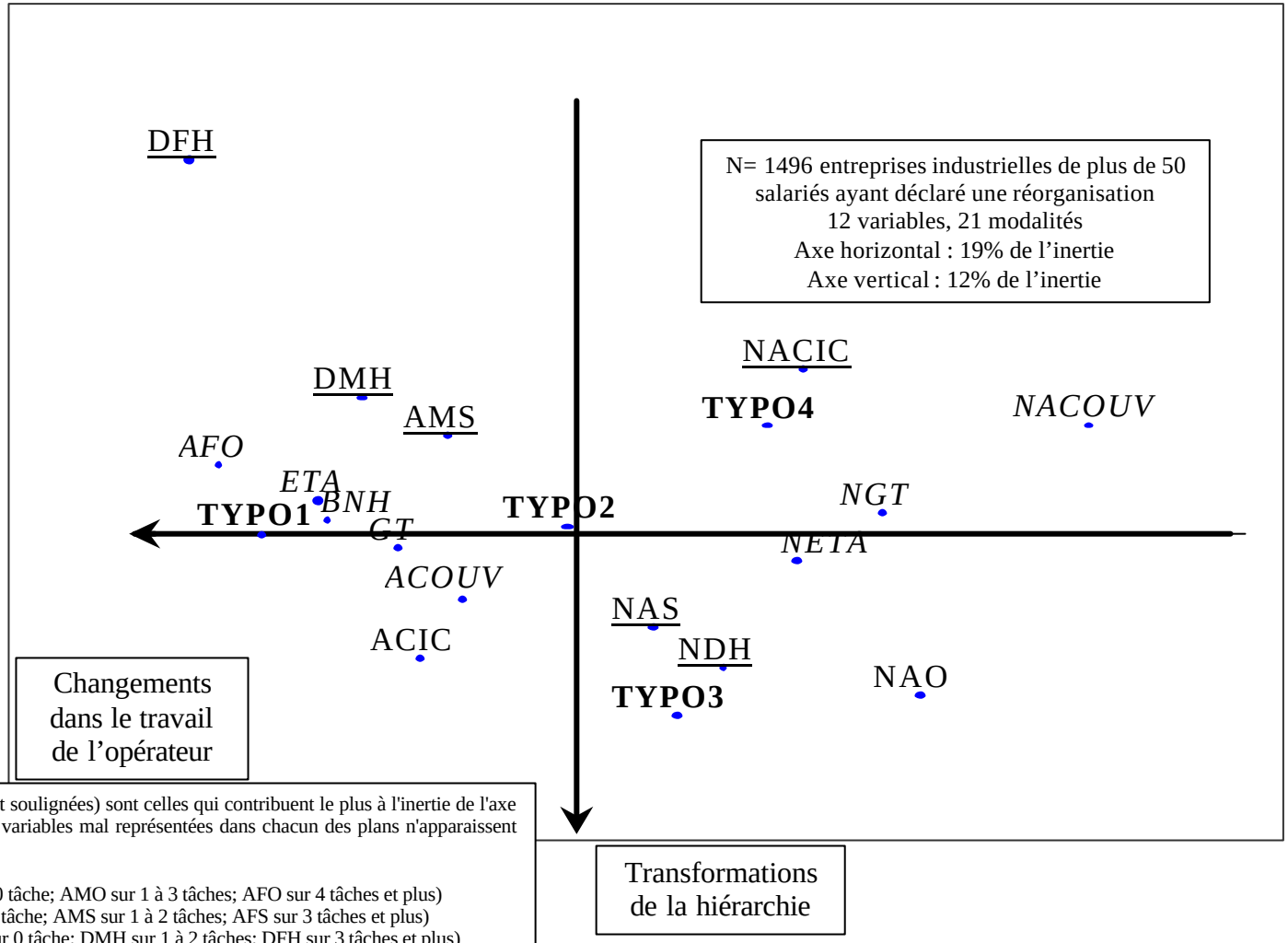
Graphique 1.1 : L'espace de l'organisation du travail dans l'atelier



Graphique 1.2 : variables centrales de l'analyse des correspondance multiples



Graphique 1.3 : Opérateurs et hiérarchie



Les variables en italiques (respectivement soulignées) sont celles qui contribuent le plus à l'inertie de l'axe horizontal (respectivement vertical). Les variables mal représentées dans chacun des plans n'apparaissent pas dans les graphiques.

Variables d'organisation :

AO : apparition de l'opérateur (NAO sur 0 tâche; AMO sur 1 à 3 tâches; AFO sur 4 tâches et plus)
AS : apparition du spécialiste (NAS sur 0 tâche; AMS sur 1 à 2 tâches; AFS sur 3 tâches et plus)
DH : disparition de la hiérarchie (NDH sur 0 tâche; DMH sur 1 à 2 tâches; DFH sur 3 tâches et plus)
GT (NGT) : création de groupes de travail (pas de création)
ETA (NETA) : création d'équipes de travail autonomes (pas de création)
BNH (SHNH) : baisse des niveaux hiérarchiques (stabilité ou hausse des niveaux hiérarchiques)

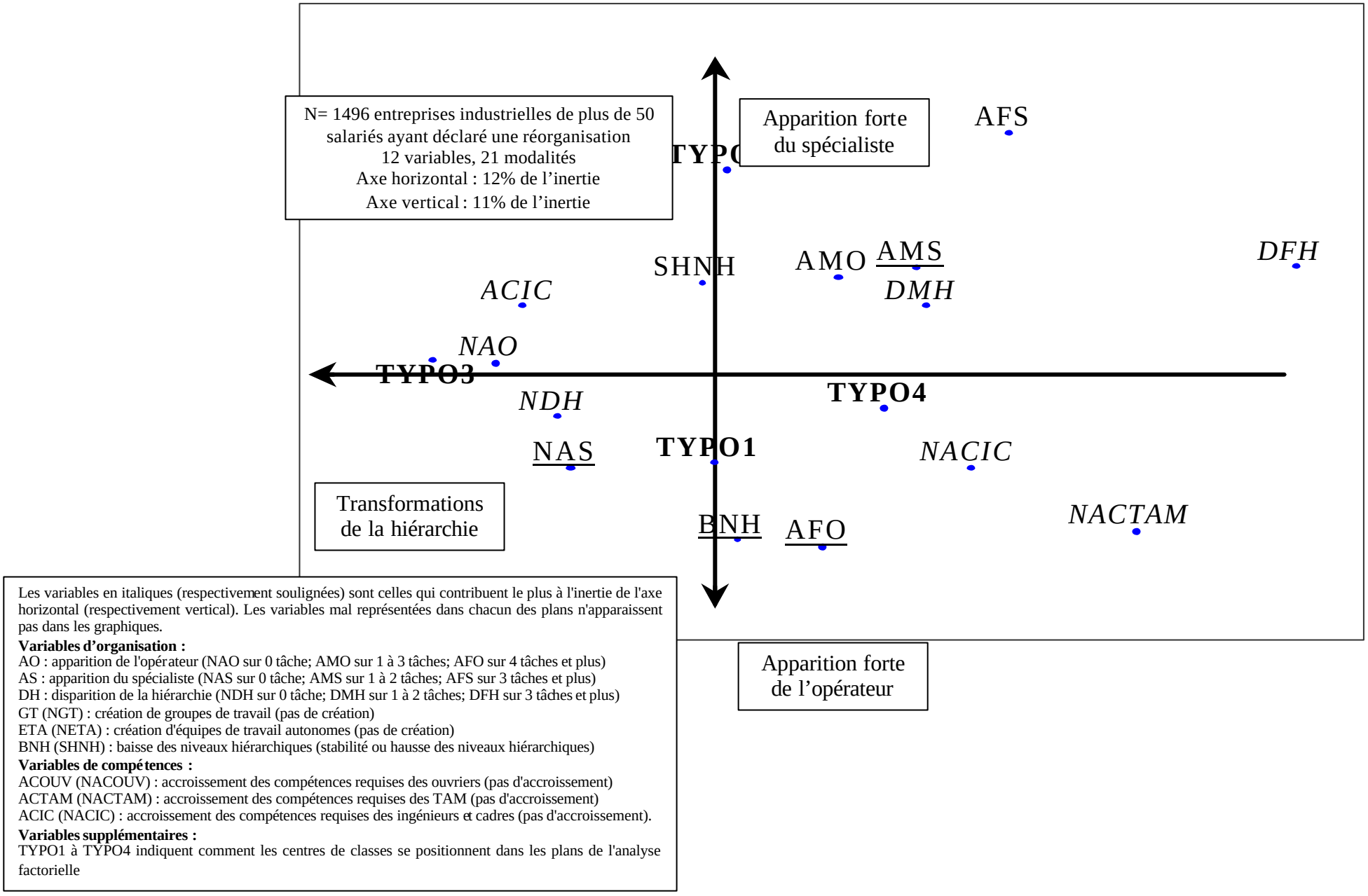
Variables de compétences :

ACOUV (NACOUV) : accroissement des compétences requises des ouvriers (pas d'accroissement)
ACTAM (NACTAM) : accroissement des compétences requises des TAM (pas d'accroissement)
ACIC (NACIC) : accroissement des compétences requises des ingénieurs et cadres (pas d'accroissement).

Variables supplémentaires :

TYPO1 à TYPO4 indiquent comment les centres de classes se positionnent dans les plans de l'analyse factorielle

Graphique 1.4 : Hiérarchie et spécialistes



Les variables en italiques (respectivement soulignées) sont celles qui contribuent le plus à l'inertie de l'axe horizontal (respectivement vertical). Les variables mal représentées dans chacun des plans n'apparaissent pas dans les graphiques.

Variables d'organisation :

AO : apparition de l'opérateur (NAO sur 0 tâche; AMO sur 1 à 3 tâches; AFO sur 4 tâches et plus)
AS : apparition du spécialiste (NAS sur 0 tâche; AMS sur 1 à 2 tâches; AFS sur 3 tâches et plus)
DH : disparition de la hiérarchie (NDH sur 0 tâche; DMH sur 1 à 2 tâches; DFH sur 3 tâches et plus)
GT (NGT) : création de groupes de travail (pas de création)
ETA (NETA) : création d'équipes de travail autonomes (pas de création)
BNH (SHNH) : baisse des niveaux hiérarchiques (stabilité ou hausse des niveaux hiérarchiques)

Variables de compétences :

ACOUV (NACOUV) : accroissement des compétences requises des ouvriers (pas d'accroissement)
ACTAM (NACTAM) : accroissement des compétences requises des TAM (pas d'accroissement)
ACIC (NACIC) : accroissement des compétences requises des ingénieurs et cadres (pas d'accroissement).

Variables supplémentaires :

TYPO1 à TYPO4 indiquent comment les centres de classes se positionnent dans les plans de l'analyse factorielle

Chapitre II : A la recherche de théories de la firme et de l'organisation du travail...

L'organisation du travail est, dans le champ de l'économie, un objet encore peu construit et codifié. Nous allons chercher à comprendre pourquoi en interrogeant les théories de l'entreprise qui ont poursuivi la piste de recherche proposée par Coase en 1937. Cet examen de la littérature a aussi pour objet de rassembler des éléments de formalisation utiles pour représenter théoriquement l'organisation du travail et ses changements.

On peut clairement identifier deux groupes dans les théories de l'entreprise. Le premier (section A) met l'accent sur les conflits d'intérêt entre les actionnaires, les cadres dirigeants et les employés. En ce sens, ils poursuivent la tradition inquiète, méfiante à l'égard des cadres dirigeants et des employés qui ont le pouvoir (informel) de mettre en danger les intérêts des propriétaires du capital (théorie des contrats) ou encore, méfiante à l'égard des actionnaires et des cadres dirigeants qui spolient les travailleurs productifs d'une partie de la richesse qu'ils génèrent (radicaux américains).

Le second (section B) intègre une vision optimiste, qui souligne la puissance créatrice (et non seulement allocative) de l'entreprise au travers des actions collectives qui s'y déroulent. Les actionnaires et les cadres dirigeants sont à la recherche de nouvelles opportunités technologiques, sources d'innovation (tradition Schumpétérienne, poursuivie par les théories évolutionnistes) et ils coordonnent les activités productives (théories des équipes, théories du traitement de l'information) de collectifs de travailleurs organisés et prêts à coopérer.

Nous avons choisi d'adopter les expressions « théories conflictuelles de la firme » et « théories coopératives de la firme ». Cette terminologie met en avant une hypothèse simplificatrice (opportunisme ou coopération des individus), explicite ou implicite dans les approches sous revue, plutôt que leur contribution positive. Mais elle marque cette ligne de clivage forte, structurante des nouvelles théories de l'entreprise. Notre thèse dans ce chapitre est que les théories coopératives de la firme proposent une formalisation beaucoup plus riche de l'organisation interne des entreprises que les théories conflictuelles de la firme.

A. Les théories conflictuelles de la firme[27]

Les théories conflictuelles de la firme participent à la réflexion sur le rôle économique et l'efficacité de grandes entreprises hiérarchiques, telles les entreprise multidivisionnelles décrites par Chandler (1977, 1990). Elles s'inscrivent d'emblée dans le contexte de la hiérarchie où le travail est divisé entre les managers ou responsables hiérarchiques et leurs subordonnés. Les subordonnés sont des travailleurs productifs ou travailleurs directs, ce sont eux qui ont les « mains dans le cambouis ». Les responsables hiérarchiques sont des travailleurs indirects ou improductifs. La question qui anime ces théories est quel est le rôle des responsables hiérarchiques ? (« what do managers -or bosses- do ? »).

L'économie des contrats fournit un premier type de réponse : les responsables hiérarchiques supervisent, contrôlent le travail, mobilisent l'effort (« monitor ») d'exécutants qui peuvent tirer au flanc par opportunisme si l'occasion se présente

---

[27] Cette section s'appuie sur une communication (« La représentation et la mesure de l'organisation de la production dans l'approche économique ») réalisée pour une journée-débat réunissant l'ensemble des disciplines s'intéressant au travail et publié en 1995 à la Documentation Française dans un Cahier travail et emploi intitulé *L'usage des méthodes statistiques dans l'étude du travail*.

(section 1). En marge de ces théories se dessinent néanmoins deux autres fonctions pour les responsables hiérarchiques : coordonner les tâches lorsqu'elles sont interdépendantes et concevoir le travail.

Les radicaux américains donnent une autre réponse : au sein de l'entreprise capitaliste, le travail est divisé entre ceux qui conçoivent les tâches et ceux qui les exécutent car c'est un moyen de concentrer le pouvoir économique aux mains de la classe dirigeante.

1. L'économie des contrats : les responsables hiérarchiques supervisent, sanctionnent les tricheurs et mobilisent l'effort

La représentation de la firme comme « fonction de production » a été transformée par Coase (1937, 1991, 1992). Dans son article séminal de 1937, il cherche à expliquer l'existence, les frontières et l'organisation interne de l'entreprise. Ceci le conduit à décrire la firme comme un mécanisme de coordination se substituant au marché lorsque l'utilisation du mécanisme des prix devient trop coûteuse. Ces coûts, réunis sous le terme de coûts de transactions sont, selon Coase, les coûts de découverte des prix adéquats, les coûts de négociation et de conclusion de contrats séparés pour chaque transaction liée à la production et les coûts de négociation des contrats lorsque les états du monde sont difficiles à prévoir.

Cette problématique a été étendue dans quatre grandes directions : La théorie des droits de propriété, la théorie de l'agence, la théorie des contrats incomplets (section b) et la théorie des coûts de transaction (section c). Elle a suscité des débats intenses entre économistes des différentes appartenances et donné naissance à des concepts (par exemple la spécificité des actifs ou les droits de contrôle résiduels) autour desquels un relatif consensus s'est construit (Williamson, 1985 ; Alchian et Woodward, 1987, 1988 ; Homlstrom et Tirole, 1989 ; Williamson 1990). Ces

théories ont en commun d'adopter à la fois une hypothèse d'information imparfaite et une hypothèse d'opportunisme des agents (section a).

a) Information imparfaite et opportunisme des agents économiques

L'hypothèse d'information imparfaite conduit unanimement les théories de l'économie des contrats à considérer les conséquences d'un comportement opportuniste des différents individus impliqués dans des activités productives : les asymétries d'information résultant de la nature imparfaite de l'information peuvent conduire les agents économiques à dissimuler ce qu'ils savent afin de s'approprier le bien d'autrui. L'individu opportuniste cherche avant tout son intérêt personnel, quitte à agir par la ruse et le mensonge si celui-ci est en contradiction avec l'intérêt de l'individu ou du groupe avec lequel il est en relation. Dès lors, les cadres ont pour rôle principal de superviser, de sanctionner les tricheurs et de mobiliser l'effort des travailleurs productifs. De la même manière, les actionnaires doivent trouver les moyens de discipliner les appétits opportunistes des dirigeants de l'entreprise (soif de pouvoir, attrait des avantages en nature, etc.).

Ces théories rendent compte essentiellement de la variété des relations contractuelles existant entre détenteurs de capital et dirigeants (« corporate governance ») et entre responsable hiérarchique et subordonnés, et de la qualité des incitations associées. L'orientation vers les questions d'incitation (liée au cadre d'hypothèse et aux questions posées) est une des raisons pour lesquelles elles ne s'aventurent pas vers les questions associées à l'organisation de la production.

A cette raison s'ajoute une focalisation sur le capital physique. En effet, pour ces théories, l'entreprise dispose essentiellement d'actifs physiques. La production de richesse vient donc de la combinaison de ces équipements avec du travail

d'exécution (« raw labor »). Ainsi, le savoir technologique mis en œuvre dans la production est essentiellement celui qui est incorporé dans les équipements (sous la forme de « blueprints » immédiatement accessibles à l'esprit humain), et dans les idées des propriétaires du capital. Dès lors que l'on considère que le capital humain joue un rôle dans l'efficacité productive, la réalisation effective de la production devient plus problématique et commence à susciter des questions économiques. Par exemple, si les investissements en éducation réalisés par les individus contribuent à l'efficacité productive de l'entreprise, comment doivent se répartir les gains de productivité ? De plus, il est bien difficile de maintenir l'hypothèse de rationalité parfaite dès lors que l'on formalise le capital humain (Crémer, 1993 ; Conlisk, 1996) : avec une rationalité parfaite, un individu pourrait apprendre immédiatement toutes les connaissances dont il a besoin, de manière autodidacte. Le rôle croissant du capital humain dans la dynamique productive en liaison avec le développement des investissements immatériel rend aujourd'hui la focalisation sur le capital physique plus problématique qu'aux lendemains de la seconde guerre mondiale, lorsque les réponses à Coase ont commencé à se construire.

Une troisième raison tient au rejet, chez ces auteurs, des explications purement technologiques de la taille de la firme développée par certains économistes dans les années 30 et par les théoriciens de la contingence structurelle dans les années 60.

Ainsi, les questions auxquelles elles cherchent à répondre sont essentiellement (Holmstrom et Tirole, 1989) celles soulevées par Coase (1937), Modigliani et Miller (1958) et Berle et Mean (1932) : Quelles sont les limites de l'intégration, ou encore, selon quels critères une firme décide de faire plutôt que de faire faire ? Qu'est-ce qui explique la structure de financement du capital ? Comment la séparation de la propriété et du contrôle modifie-t-elle les objectifs de la firme ?

b) Droits de propriété, agence et contrats incomplets : opportunisme et rationalité parfaite

La théorie des droits de propriété (Alchian et Demsetz, 1972), la théorie de l'agence (Jensen et Meckling, 1976) et la théorie des contrats incomplets (Grossman et Hart, 1986) reposent sur des hypothèses d'information imparfaite et de rationalité totale. Ce sont avant tout les mécanismes d'incitation et la structure des droits de propriété qui sont explorés car ils canalisent l'opportunisme des agents[28]. L'accent sur les premiers débouche sur une vision de la firme comme ensemble de contrats (« nexus of contracts » Fama et Jensen, 1983), tandis que l'accent sur la seconde conduit à la représenter comme ensemble de droits de propriété (« set of property rights », Hart, 1990).

Ces théories fournissent une condition nécessaire à l'existence d'une firme : s'il est moins coûteux de faire que d'acheter en dépit des coûts associés à la maîtrise de l'opportunisme des agents (coût du mécanisme incitatif), alors la firme est viable. Elles ne révèlent par pour autant quelles sont les sources de la supériorité de la firme quant à la création de richesses. Ce point, est développé par Hart (1990) en ce qui concerne la théorie de l'agence :

> *« The point is that principal-agent theory tells us about optimal incentives schemes but not directly about organizational form. Hence, in the absence of a parallel between the two (which turns out to be difficult to draw), principal-agent theory, by itself, can make no prediction about the nature and extent of the firm. » (p. 156).*

Les sources d'inefficacité traquées par ces théories se trouvent dans les biais volontaires que les agents introduisent dans les informations qu'ils transmettent à

---

[28] L'expression « hasard moral » est plus couramment utilisé par ces théories que l'expression « opportunisme », qu'utilise la théorie des coûts de transactions. Néanmoins, ils recouvrent des phénomènes qui sont très proches.

leur hiérarchie dès lors que leur intérêt de coïncide pas avec celui de l'organisation. La possibilité de l'existence de biais involontaires que la division du travail pourrait venir atténuer n'est pas considérée car les agents sont supposés parfaitement rationnels : ils ne peuvent pas se tromper, la prise de décision est instantanée, ils ne sont pas submergés par les informations etc. Il semble donc que l'association de l'hypothèse d'opportunisme des agents et de celle de rationalité totale ne permet pas d'analyser l'impact de la manière dont la production est organisée sur l'efficacité des agents dans la réalisation de leur tâche. Le non-examen des biais involontaires est à relier à la représentation de la technique de production qui conserve la forme d'une contrainte naturelle connue du manager. Celui-ci connaît la meilleure façon de produire (le "one best way") mais ne peut quantifier précisément les services rendus par les facteurs de production, il a un problème de mesure des efforts fournis, mais pas de problème de connaissance de la technologie.

Formuler une question sous l'angle des contrats, conduit spontanément à réfléchir dans le cadre d'une relation bilatérale. Or la firme est un lieu collectif qui est plus qu'un ensemble de contrats bilatéraux. C'est ce que souligne Aoki (1989) lorsqu'il propose de substituer l'expression « nexus of treaties » à « nexus of contracts ». Un certain nombre de modèles récents de la théorie de l'agence visent cependant à rendre compte des problèmes d'incitation au sein de relations multilatérales comme celles existant au sein des hiérarchies (Tirole, 1986, Kofman et Lawarrée ; 1993, Itoh, 1991 et 1992).

Enfin, certains modèles d'agence ou de théorie des jeux, en se donnant *a priori* des caractéristiques organisationnelles, cherchent à montrer que celles-ci peuvent aussi jouer un rôle de mécanisme incitatif (Holmstrom et Milgrom, 1991, 1994 ; Valsecchi, 1992 ; Carmichael et MacLeod, 1993), ou permettre de découvrir de l'information sur les capacités intrinsèques des individus au sein des collectifs de

travail (Meyer, 1994). Ainsi, progressivement, la motivation des travailleurs et l'information sur leur qualité ne sont plus simplement des variables exogènes, liées aux caractéristiques psychologiques de l'individu ou aux états du monde, mais des variables endogènes, résultant en partie de la structure organisationnelle. Il est intéressant de noter l'existence de cette piste de recherche au sein de la théorie des contrats puisqu'elle fournit une voie d'unification entre les théories conflictuelles et coopératives de la firme. Nous présenterons certains de ces modèles dans notre chapitre V.

c) Théorie des coûts de transaction : opportunisme et rationalité limitée

En étendant la problématique de Coase, Williamson (1975, 1981, 1985, 1989, 1993) donne au concept de coûts de transaction un contenu plus précis. Ces coûts trouvent leur origine dans deux traits fondamentaux des comportements humains : l'opportunisme et la rationalité limitée (ou bornée). Celle-ci est une notion puisée chez Simon (1957), qui indique que l'agent, qui a la volonté d'être rationnel, ne peut l'être totalement du fait de capacités cognitives limitées[29]. L'accent sur la rationalité limitée différencie le programme de la théorie des coûts de transaction des autres approches néo-institutionnelles. Mais cela ne conduit pas Williamson à revisiter les questions liées à l'organisation de la production car il est trop fortement marqué la dichotomie instaurée par Coase entre les coûts de production et les coûts de transaction. La rationalité limitée avancée par Williamson est plutôt formalisée dans la théorie des coûts de transaction comme de l'information imparfaite (Conlisk,

[29] Nous examinerons ce concept plus en détail dans la section B-1-b.

1996). Elle reste très proche d'une rationalité parfaite[30] dans la manière dont elle est représentée.

Williamson choisit la transaction comme unité de base de son l'analyse. Selon lui, la firme diffère du marché dans la manière dont les transactions sont réalisées : relation hiérarchique pour la firme, contrats pour le marché. Plus les coûts de transactions sont élevés et plus il devient profitable d'internaliser la transaction dans une firme. Il propose alors de considérer la firme (ainsi que le marché ou des formes hybrides d'organisation) comme un arrangement contractuel (« governance structure ») qui permet de réguler (« govern ») les transactions. La performance relative d'une forme d'organisation par rapport à une autre dépend des caractéristiques de la transaction. Trois caractéristiques principales sont mises en avant : la fréquence de récurrence de la transaction, l'incertitude qui lui est associée et le degré de spécificité des actifs qu'elle engage.

La spécificité des actifs joue un rôle clef dans ce dispositif théorique car elle apparaît comme l'élément d'explication central de l'intégration verticale. Un actif spécifique est un actif dont la revente sur le marché se fait difficilement ou ne couvre pas le coût d'acquisition. Un équipement dédié à une production donnée ou une compétence pointue appartiennent à la catégorie des actifs spécifiques. Un agent détenant un actif spécifique est très vulnérable à l'opportunisme d'un autre agent dans le cadre d'une transaction de marché où il loue les services de cet actif. En effet, la rente qu'il dégage de cet actif est liée, de manière irréversible, à la réalisation effective et honnête de la transaction. S'il ne veut pas être victime d'une situation où le parti avec lequel il a établit son contrat capture cette rente (situation de «hold

[30] Pour prendre une distinction élaborée par Simon (1976) et qui sera présentée plus loin, la rationalité limitée utilisée par Williamson est une rationalité substantielle plutôt qu'un rationalité procédurale.

up »), la meilleure solution est d'entrer dans le capital de la firme utilisatrice de l'actif (d'internaliser la transaction).

Williamson s'intéresse aussi à la structure organisationnelle des entreprises. Ainsi, il s'attache à donner une lecture en termes de transaction (1985, chapitre 11) au passage de la « firme U » (unitaire) à la « firme M » (multidivisionnelle), identifié par Chandler (1962). La firme U est une hiérarchie traditionnelle, fonctionnellement structurée, avec centralisation des décisions de tous types entre les mains d'un nombre restreint de directeurs. La firme M est une sorte de fédération de firmes U (qui sont ici des divisions), dans laquelle le centre assure la coordination inter divisions en fournissant certains services communs (variables selon les cas : recherche ou approvisionnements par exemple) et en se réservant les décisions concernant le long terme, la coordination intra-division (gestion des problèmes de court terme) étant prise en charge par les responsables de division. Selon Chandler les grandes entreprises américaines à la suite de Du Pont de Nemours seraient progressivement passées de la forme U à la forme M à partir du début des années 1930. Les faits déclenchant cette évolution selon Chandler (1962) auraient été la diversification de la production (passage des explosifs aux produits chimiques, à la peinture etc. chez Du Pont) et l'augmentation de la taille des entreprises, conduisant à une complexité administrative accrue que la structure multidivisionnelle permet de mieux maîtriser. Williamson (1985) propose une interprétation différente :

> *« In the language of transaction cost economics, bounds on rationality were reached as the U-form structure labored under a communication overload while the pursuit of subgoals by the functional parts (sales, engineering, production) was partly a manifestation of opportunism » (pp. 280-281).*

Le changement organisationnel vient remédier aux problèmes de contrôle de plus en plus aigus des manifestations opportunistes des responsables de

département : la divisionalisation s'accompagne de comptabilités séparées pour chaque activité qui permet de mesurer les performances de chacune isolément. La poursuite d'objectifs propres, différents de ceux de l'entreprise dans son ensemble, par les responsables de ces divisions est ainsi atténuée. Cette représentation de la firme U lui vient d'un modèle élaboré antérieurement (1967), où il cherche à formaliser la perte de contrôle au sein des organisations hiérarchiques. Ce modèle inspire d'ailleurs les modèles de « monitoring » utilisés par le courant radical américain qui seront évoqués dans la section 3.

Notons que Chandler (1992a et 1992b) a adhéré à l'explication transactionnelle de la firme, qu'il préfère à celle de la théorie principal-agent. Cependant, l'accent qu'il porte sur les problèmes de coordination dans la firme U ainsi que la vision positive qu'il a du rôle des managers (la stratégie des managers contribue à forger la structure des organisations) le portent à ressentir une plus grande proximité aux théories évolutionnistes (Nelson et Winter, 1982), héritières de la vision schumpetérienne de l'entrepreneur initiateur d'une destruction créatrice. Faisant cela, il oscille entre les théories conflictuelles et les théories coopératives de la firme.

La théorie des coûts de transaction joue un rôle assez central au sein des nouvelles théories de la firme, dans le sens où elle fait à la fois l'objet de très nombreuses critiques menant à des débats ouverts, et d'appels au rapprochement venant de théories non standard. Les critiques viennent à la fois des autres théories néo-institutionnelles (Demsetz, 1990, 1997), des radicaux américains (débat entre Williamson et Malcomson, 1984, Chapitre 9 sur l'organisation du travail dans Williamson, 1985), et de théoriciens des organisations (Donaldson, 1995 ; Williamson, 1993). Les tentatives de rapprochements sont exprimées par des économistes évolutionnistes (Foss, 1994), mais aussi par un historien comme

Chandler (1992a et 1992b), soucieux de penser dans un cadre unifié les questions de production et de transaction, ou par des théoriciens des organisations (Scott, 1987).

Revenons sur la critique de Demsetz (1990, 1997). Il met l'accent sur la nature mystérieuse de la production chez Williamson, et notamment sur une ambiguïté dans le vocabulaire de Williamson qui oublie de nommer le coût associé à l'organisation de l'allocation des ressources interne à la firme. Pour pallier cet oubli, Demsetz propose d'appeler coût de transaction (1990) ou coût du système de prix (1997, « price system cost-PSC ») le coût associé à l'acquisition des ressources sur les marchés et coût de gestion (1990, « management cost ») ou coût du système de gestion (1997, « management system cost-MSC ») celui de l'organisation de l'allocation des ressources interne à la firme. Il insiste aussi sur le fait que l'achat d'un produit sur le marché, tout comme la production d'un bien dans la firme impliquent à la fois des coûts de transaction et des coûts de gestion : le prix d'un bien acheté sur un marché incorpore les coûts de gestion de la firme productrice et la production d'un bien dans la firme implique des coûts de transaction sur l'acquisition des inputs. Par conséquent, il ne suffit pas de dire que la firme existe lorsque les coûts de transaction sont prohibitifs, il ne suffit pas de dire non plus que la firme existe lorsque les coûts de transaction sont supérieurs aux coûts de gestion, il faut analyser le rapport entre la somme des coûts de transaction et de gestion associée à la production au sein d'une firme et à celle associés à l'achat sur le marché.

D'un point de vue plus général, la problématique firme versus marché serait inadéquate ou imprécise, il s'agit plutôt d'un arbitrage entre organiser l'allocation des ressources entre moins de firmes plus grandes ou plus de firmes moins grandes (si l'on considère que la taille du marché est donnée). En ce sens, il propose un retour vers la théorie néoclassique où le marché révèle les opportunités d'échange mais ne produit pas des biens et des services. Marché et firme ne sont pas dans une relation

de substitution, mais ils sont complémentaires, et la « non-firme » n'est pas le marché, mais l'unité de production autosuffisante qui ne fait pas appel au marché. C'est l'association de la firme et du marché qui permet une spécialisation des activités productives au sein de l'économie.

Par ailleurs la théorie des coûts de transaction oublie de parler des coûts de production, or il ne suffit pas d'allouer les ressources pour produire. La négligence de ces coûts traduit l'hypothèse implicite déjà identifiée dans le modèle de la firme marginaliste : si l'information est coûteuse en matière d'allocation des ressources, elle est gratuite dès lors que la production est concernée. La théorie des coûts de transaction donne une épaisseur à la firme mais, en se centrant sur la transaction, elle privilégie le domaine de l'échange et rentre peu dans la sphère de la production (Winter, 1990). Même si, selon Williamson, l'activité microéconomique est organisée de manière à économiser les coûts de transaction et de production, l'avantage de la firme sur le marché dans le domaine de la production n'est que très partiellement exploré. Le concept de spécificité des actifs pourrait participer à la construction d'une théorie de la firme centrée sur la production (une firme se définissant comme un ensemble de capacités spécifiques) mais Williamson ne va pas jusque là (Chandler, 1992a et b).

En fait, la réponse de Coase à la question de l'existence de la firme met en cause la théorie des prix en montrant qu'elle n'explique pas l'existence de la firme, mais elle la renforce également en développant l'argument qu'il y a un coût à utiliser le mécanisme des prix (Langlois et Foss, 1997). Ce coût de transaction scelle la séparation entre production des ressources et allocation des ressources car il peut être pensé de manière indépendante, séparée de la réflexion sur les coûts de production. Cette séparation est au cœur de l'économie des contrats, qui dès lors, se désintéresse assez largement des questions d'organisation de la production

Dans ce prolongement, la firme n'est pas définie positivement, mais par opposition au marché, sa raison d'être se logeant dans des problèmes liés aux transactions comme l'incomplétude des contrats, la spécificité des actifs, la fréquence des transactions. La division du travail se définit au travers du dispositif contractuel qui la sous-tend. Cette théorie est donc très utile pour analyser la manière dont le travail se divise entre les firmes, mais elle reste insuffisante pour décrire et comprendre la manière dont la production s'organise à l'intérieur de la firme. Ainsi, il n'est pas envisagé que si l'information est imparfaite, les individus doivent fournir un effort pour identifier les bons produits et les bonnes combinaisons technologiques : l'information imparfaite rend possible la recherche improductive de rentes indues, mais elle rend aussi nécessaire la recherche productive de rente au travers de la mise en valeur des opportunités technologiques (Langlois et Foss, 1997).

Au total, il nous semble que la séparation entre coûts de production et coûts de transaction instaurée par Coase, ainsi que l'accent sur le comportement opportuniste des agents économiques jouent un rôle central dans le fait que les nouvelles théories de la firme associées au cadre de la théorie standard élargie aient assez largement négligé l'exploration des problèmes économiques liés à l'organisation de la production. Le rejet de la firme comme « fonction de production », ainsi que la focalisation sur ses actifs physiques ont accentué cette orientation.

De fait, il nous semble que le cadre formel de la fonction de production n'empêche pas d'approfondir la réflexion sur la manière dont les facteurs de production se combinent pour former une organisation ayant un certain nombre de caractéristiques. Un certain nombre d'idées en germe dans la théorie des contrats tendent à le monter.

2. Deux autres fonctions pour les responsables hiérarchiques

Alchian et Demsetz ont, dans leur article de 1972, une série d'intuitions sur la nature collective des activités productives : ils montrent que les non-séparabilités technologiques au sein du travail en équipes posent non seulement des problèmes de contrôle et de supervision, mais aussi des problèmes de coordination (section a). La critique que Williamson (1975, 1981) fait de cet article souligne fortement les partis pris de la théorie des coûts de transaction (section b). Enfin, avec la théorie de la X-efficiency, Leibenstein (1966) s'interroge sur la grande hétérogénéité de la performance d'entreprises qui disposent de ressources comparables. Cette question aurait pu le conduire à soulever des problèmes d'organisation du travail, mais il cherche plutôt des réponses du côté de l'économie des contrats (section c). Au travers de ces trois points de vue propres à des auteurs proches de la théorie des contrats se dessinent deux autres fonctions que remplissent les responsables hiérarchique : la coordination des activités productives et la construction d'un savoir sur ces activités.

a) Equipe, inséparabilités technologiques et savoir productif chez Alchian et Demsetz

Alchian et Demsetz (1972) développent l'idée qu'il existe deux grandes familles de techniques pour la production d'un bien : une famille où l'usage des différents inputs se fait séparément et une famille où cet usage est collectif. Dans le second cas, la production est le résultat du travail d'une équipe. Les inputs sont utilisés conjointement pour produire un bien ou un service. Cette nature collective de la production est illustrée par l'exemple de deux hommes qui soulèvent ensemble une charge pour la porter sur un camion. Dans ce cas, les inputs ne sont pas séparables, ils forment un tout indissociable et par conséquent l'output ne peut pas être ventilé aisément selon la contribution de chacun des deux hommes à sa production. S'il y a

deux charges et que chacune est portée séparément par un homme, on est en présence d'une technique appartenant à la première famille (production « individuelle ») :

> *« Team production of Z involves at least two inputs, Xi and Xj, with* $\frac{\partial^2 Z}{\partial X_i \partial X_j} \neq 0$ *» (p. 779)*

Alchian et Demsetz continuent en soulignant que la production en équipes devrait être préférée lorsqu'elle procure des gains supérieurs à la production individuelle et que ce supplément permet de couvrir les coûts de l'organisation du travail au sein d'une équipe. Dans certains cas, le travail en équipes est donc plus efficace que la production individuelle. Or ce type de technique est difficile à mettre en œuvre au travers de transactions de marché car son résultat est collectif, non séparable. Le marché n'est pas à même de fournir un levier incitatif visant à gérer l'opportunisme éventuel des agents tandis que l'internalisation de cette production dans une firme permet d'instaurer un contrôle. La firme classique se définit alors comme une organisation contractuelle des inputs où un individu (le manager qui est ici le propriétaire de la firme), rémunéré en fonction du gain net que dégage l'équipe (« residual claimant »), passe un contrat avec chacun des membres de l'équipe, la supervise et peut éventuellement renégocier un contrat indépendamment des autres s'il détecte un problème d'opportunisme.

Bien qu'ils insistent sur l'aspect collectif de la production au sein d'une entreprise et sur l'idée que ce collectif peut être source d'une plus grande efficacité, Alchian et Demsetz n'en expliquent pas les sources. La technique de production utilisée reste une contrainte naturelle et le manager se borne à observer en se référant à cette contrainte qu'il connaît. Pourtant, si l'on suit les termes des auteurs, les prérogatives du manager semblent aller au-delà de l'observation et de la sanction. Il donne des consignes et des instructions sur ce qui doit être fait et sur comment cela

doit être fait, c'est donc lui qui divise et organise le travail. Alchian et Demsetz utilisent d'ailleurs à ce sujet une métaphore sportive. Le manager est à la fois l'entraîneur et le capitaine de l'équipe, les tâches du premier étant la sélection des tactiques et des stratégies, celles du second l'observation des performances et la transmission de l'information recueillie. Ce manager superviseur apparaît donc comme détenteur d'une expertise que les membres de l'équipe n'ont pas et qui lui permet de construire un savoir sur la production qu'il transmet par la suite sous forme d'ordres et de consignes. Ainsi, contrairement à ce qu'affirment les auteurs, le gain net de l'équipe intégrée à l'entreprise ne provient pas seulement de la maîtrise des tentations opportunistes mais aussi de la nature collective du travail et du savoir-faire du manager lorsqu'il organise la production. On voit se dessiner dans cet article le contour d'un modèle d'organisation de la production centralisée (le manager tient le rôle du bureau des méthodes et du contremaître) où la hiérarchie représentée par un seul homme décide de manière précise de l'organisation du travail (ce qui permet de mesurer les contributions de chacun à l'output) et où les opérateurs appliquent les consignes strictement. Ce modèle reste cependant embryonnaire, avec une analyse qui se porte principalement sur le sommet de la hiérarchie.

Par ailleurs, dans son article de 1988, Demsetz développe une approche critique de son travail de 1972 avec Alchian. Il souligne un point, en germe dans le papier de 1972, et qui lui semble fondamental. Tout d'abord, la création de richesses a toujours lieu dans une firme. Il n'y a donc pas d'arbitrage entre production au sein d'une firme et production sur le marché. L'arbitrage entre les deux institutions se joue sur l'efficacité dans l'allocation des ressources : le marché sert à allouer les ressources de manière complètement décentralisée. Dès qu'une firme est composée de plusieurs membres, il y a aussi un problème d'allocation des ressources interne à la firme. Celle-ci se fait de manière centralisée : les agents qui possèdent des droits

résiduels sur le flux de revenus issus des services des actifs ont l'autorité de déterminer l'allocation des ressources interne à la firme (Ménard, 1994). En matière de production en revanche, la question est de comparer l'efficacité de la production au sein d'une firme individuelle et l'efficacité de la production au sein d'une firme où plusieurs personnes forment une équipe de production. La supériorité de la production en équipes (en termes de coûts de production) vient de ce qu'elle a des implications sur l'acquisition et l'usage du savoir :

> *« Firms and industries must form a pattern of economic organization that takes into account the need for acquiring knowledge in a more specialized fashion than the manner it will be used. Those who are to produce on the basis of this knowledge, but not be possessed of it themselves, must have their activities directed by those who possess (more of the knowledge). Direction substitutes for education (that is, for the transfer of the knowledge itself). Direction may be purchased through short or long-run commitments, depending partly on the cost of transaction . In either case, direction is involved, and direction is an important dimension of managed coordination.». (p. 157)*

La relation hiérarchique (le fait que certains disent à d'autres ce qu'ils doivent faire) ne vient pas seulement du fait qu'il est nécessaire de pouvoir contrôler le travail des équipes (dont l'activité se caractérise par des inséparabilités technologiques), mais du fait que dans la société, les savoirs détenus par chaque individu ne sont pas universels. La firme, lorsqu'elle n'est pas individuelle, est aussi un lieu où les savoirs spécialisés des individus sont mis en commun et où ceux qui ne disposent pas du savoir nécessaire pour mener à bien leur activité seuls acceptent d'être dirigés par ceux qui détiennent ce savoir. L'hypothèse de rationalité limitée n'est pas formulée par les auteurs, mais elle serait dans la continuité de leur point de vue : en effet, si la rationalité est parfaite, il devrait être aisé d'apprendre instantanément les connaissances spécialisées liées à la réalisation d'une tâche, et dans ce cas, pourquoi faire appel à un responsable hiérarchique ?

La notion d'équipes, ainsi que celle de non-séparabilité technologique sont centrales dans les théories qui cherchent à construire des représentations formelles de l'organisation du travail. De plus, ce statut de l'organisation comme économisant la création et la gestion du savoir y est fondamental.

b) La critique de Williamson

Il est intéressant de noter que Williamson rejette l'idée que la dimension collective (« en équipe ») du travail puisse expliquer la supériorité de la firme sur le marché (1975, note 4 p. 88 ; 1981, note 44 p. 1565). Son argument est faible. Selon lui, les inséparabilités technologiques motivant le travail en équipe ne peuvent concerner que de toutes petites unités internes à l'entreprise. La seule équipe de taille importante générée par les inséparabilités technologiques qu'il évoque est l'orchestre symphonique. Ces inséparabilités ne peuvent donc pas expliquer l'existence des hiérarchies complexes que sont les entreprises capitalistes. Cette argumentation (en note de bas de page) montre son dédain pour les explications technologiques, qu'il pense systématiquement déterministes. Il expose ainsi son point de vue (1975) :

> *« Only as market-mediated contracts break down are the transactions in question removed from markets and organized internally. The presumption that "in the beginning there were markets" informs this perspective". This market-favoring premise has two advantages. One is that it helps to flag a condition of bureaucratic failure that has widespread economic importance but goes little remarked.[…] Second, it encourages the view, which I believe to be correct, that technological separability between successive production stages is a widespread condition-that separability is the rule rather than the exception » (p. 87-88)*

Notons aussi dans le chapitre qu'il consacre à l'organisation du travail dans son ouvrage de 1975 (chapitre 9, « The Organization of Work »), Williamson pose l'hypothèse que l'existence de stocks de produits intermédiaires permet d'introduire

une séparabilité des opérations productives (à la Alchian et Demsetz) même si les producteurs sont spécialisés sur des segments de tâche :

> *« Successive stages of manufacture are separable in the sense that placing a buffer inventory between them permits work at each stage to process independently of the other » (p. 213)*

A contrario cette hypothèse de base, qui instrumente le point de vue de Williamson sur les séparabilités productives, montre que l'existence d'une contrainte de temps pour la fourniture d'un bien complexe (nécessitant plusieurs étapes de production) dans un contexte où les producteurs sont spécialisés génèrent des coûts de coordination qui ne sont pas des coûts de transaction. Williamson s'en libère en supposant l'existence de stocks tampons, sans analyser le coût de ces stocks. La question de la gestion de la contrainte de temps dans les activités productives est centrale dans les théories du traitement de l'information qui seront examinées dans le chapitre IV.

Nous pensons, contrairement à Williamson, que dès qu'un travail n'est pas réalisé de bout en bout par une seule personne (artisanat), c'est à dire dès qu'il est divisé est que des personnes différentes s'occupent des séquences générées par la division, on se trouve dans un cas de travail en équipes, c'est à dire d'un travail où les outputs de chacun sont interdépendants. La contrainte de temps est une des formes possibles d'interdépendance que Williamson élimine en supposant l'existence de stock tampons. Cette contrainte éliminée, il reste toujours les problèmes de qualité : la qualité du travail de l'un a des conséquences sur l'output du travail de l'autre. Cette question est modélisée par Krémer (1993) dont le modèle sera présenté dans le chapitre V. Le travail en équipe est donc au cœur des hiérarchies complexes.

Enfin, décider s'il y a ou non des stocks tampons dans une entreprise est un choix d'organisation, comme l'ont mis en exergue nombre de manuels de gestion vantant les mérites du modèle organisationnel japonais. Le sentiment d'interdépendance croissante du travail que mesurent les enquêtes auprès des salariés examinées dans le chapitre I montre qu'un nombre important d'entreprises ont décidé de tendre leurs flux en éliminant les stocks tampons. Ainsi, les non-séparabilités se renforcent suite à des arbitrages réalisés par les entreprises. C'est ce type d'arbitrage que nous désirons explorer.

c) Leibenstein et la « X-[in]efficiency »

Leibenstein est un auteur qui, nous allons le voir, est proche de l'économie des contrats, tout en ayant suivi une trajectoire intellectuelle qui lui est tout à fait propre. Un dossier de *l'American Economic Review*, lui a été consacré en 1992, intitulé « X-inefficiency after a quarter of a century ». Son point de départ est la critique de la firme marginaliste que lui inspire les résultats d'une série de « missions de productivité » réalisées dans les pays sous-développés par l'Organisation Internationale du Travail (ILO) dans le courant des années 50 (Kilby, 1962), ainsi que certaines études de cas (Harbison, 1956) et certains résultats empiriques de la théorie des organisations (« Hawthorne experiments » de l'école des relations humaines).

[Insérer tableau 2.1]

Il part donc de faits stylisés empiriques qui montrent qu'un accroissement substantiel de la productivité peut être obtenu sans apport de nouveaux inputs. Les méthodes utilisées pour redresser la productivité sont la plupart du temps des réorganisations du processus de production comme la réorganisation du plan de l'usine, de la manutention, des méthodes de travail ou le contrôle du gaspillage ou

encore des dispositifs participatifs (tableau 2.1). D'une certaine manière, ces travaux empiriques ressemblent beaucoup, dans les constats auxquels ils aboutissaient à la fin des années 50, à ceux menés par le MIT (Womack, Jones et Roos, 1990) : certaines formes d'organisation génèrent des gains de productivité bien supérieurs à d'autres. Dans les années 50, les missions de productivité analysaient les effets sur la performance de réorganisations conçues par des ingénieurs envoyés en mission dans des pays en voie de développement[31], dans les années 90, le MIT met en garde l'industrie automobile des performances largement supérieures obtenues par les entreprises japonaises, y compris celles implantées sur le territoire américain (tableau 2.2).

[Insérer tableau 2.2]

La théorie que développe Leibenstein et qu'il désigne par théorie de la «X-[in]efficiency» critique la fonction de production standard. La fonction de production repose sur l'hypothèse d'un comportement optimal de l'entreprise, or selon Leibenstein, la production d'une firme se situe rarement à la frontière de son domaine de production, mais à l'intérieur de celui-ci. Ceci signifie que les firmes produisent moins que leur production maximale pour des intrants donnés et que, par conséquent, elles peuvent accroître leurs profits sans modifier les ressources allouées. Efficacité allocative et efficacité productive doievent donc être différenciées. Leibenstein baptise la distance entre la production effective d'une firme et la frontière de son domaine de production «degré de X-[in]efficiency» car il traduit une inefficacité

[31] Les missions de productivité, initiées par le plan Marshall ont contribué à la diffusion de l'influence économique et technologique américaine après la seconde guerre mondiale et ont joué un rôle dans le déclanchement du processus de rattrapage bien connu des macroéconomistes. Elles n'ont pas seulement concerné les pays en voie de développement puisque les pays européens en ont bénéficié en envoyant outre–Atlantique des missions d'études composées de chefs d'entreprise, d'ingénieurs et d'employés pour observer les techniques de production et de management américaines (Barjot, 1998).

productive issue de décisions sous-optimales qu'il ne parvient pas à imputer à une source précise.

Ainsi, Leibenstein découvre la très grande hétérogénéité des performances des entreprises[32]. La théorie de la X-[in]efficiency a très largement investi, à la suite de Leibenstein, dans la mise au point de méthodes paramétriques (Aigner et Chu, 1968 ; Aigner et alii, 1977) et non paramétriques (Charnes, 1978) de mesure du degré de X-[in]efficiency. La firme demeure une boîte noire, mais il devient possible d'enregistrer l'écart entre la firme idéale de la théorie marginaliste et la firme concrète de la vie économique. Leibenstein établit d'ailleurs un parallèle entre la mesure microéconomique du facteur X et la mesure macro-économique du progrès technique, résidu non expliqué des exercices d'analyse empirique des sources de la croissance. Cependant, il insiste fortement sur la différence qu'il s'agit d'établir entre l'efficacité technique, dont Farrell (1957) propose des mesures empiriques, et la X-[in]efficiency (1977, cité par Button et Weyman-Jones, 1992, p. 439) :

> *« The concept of T.E. [technical efficiency] suggests that the problem is a technical one and has to do with the techniques of an input called management. Under X. E. [X-efficiency] the basic problem is viewed as one that is* intrinsic *to the nature of human organization, both organization within the firm and organization outside of the firm », (p.312).*

Quel est ce facteur X qui différencie la performance des entreprises, dont l'absence conduit à ne pas minimiser ses coûts et qui est intrinsèque à la nature des organisations humaines ? Dans, un article de 1979, intitulé « A Branch of Economics is Missing : Micro-Micro », Leibenstein soutient l'idée que l'analyse du

---

[32] Celle-ci sera redécouverte par l'économétrie des données de panel au travers de l'estimation de fonctions de production sur données individuelles d'entreprise incorporant des « effets fixes ».

fonctionnement interne des organisations, des comportements des individus et des groupes qui les composent, est une branche manquante de l'économie, dont le développement est pourtant nécessaire à l'identification du facteur X. Cependant, s'il envisage la possibilité d'un usage sous-optimal des facteurs de production et donc d'une marge de manœuvre dans cet usage qu'il relie à l'organisation interne de la firme, les explications qu'il avance restent dans la droite ligne des théories contractuelles. Selon lui, la sous-optimalité ne procède pas tant de la difficulté à trouver la bonne manière de combiner les inputs (ce que pourrait suggérer, dans un premier temps, la référence aux missions de productivité), mais de problèmes de motivation liés à la qualité du management, à l'environnement dans lequel il opère et aux mécanismes d'incitation existants.

La problématique de Leibenstein se déplace donc vers l'analyse de l'effort des individus qui composent l'entreprise (l'usage des inputs est sous-optimal car les agents ne fournissent pas un effort maximal) plutôt que vers l'analyse de la coordination de la production ou de la mobilisation du savoir productif (Stigler, 1976). Une des hypothèses sous-jacentes à cette orientation est que les managers connaissent la bonne manière de combiner les inputs (ou bien ils ont les moyens de la découvrir) mais ils ne l'appliquent pas forcément car cela leur demande un effort coûteux qui ne se traduit pas par un gain suffisant en terme d'utilité. Par conséquent, l'effort sera relâché (et le degré de X-[in]effiency élevé) là où la concurrence ne joue pas à plein, c'est à dire en présence de contrats incomplets, lorsque la firme est en situation de monopole, etc.

La théorie du facteur X se prolonge dans les travaux qui cherchent à définir un « capital organisationnel » (Prescott et Vissher, 1980 ; Kreps, 1984) et que nous examinerons dans le chapitre V. Par ailleurs, les méthodes d'investigation

empiriques développées dans le cadre de cette théorie peuvent être utiles pour traiter la question des performances comparées de différentes formes d'organisation.

Dans la section B, nous allons voir comment un ensemble de théories issues du cadre standard parviennent à poser le problème de l'organisation de la production en renonçant à l'hypothèse d'opportunisme des agents économiques. Ces théories s'appuient sur les notions d'équipe et d'interdépendance des tâches, elles donnent un contenu nouveau au concept de spécificité des actifs et montrent comment, alors qu'elles disposent des mêmes ressources, des entreprises peuvent s'organiser différemment pour répondre aux problèmes qu'elles rencontrent, générant parfois des niveaux de performance différents.

Mais auparavant, nous allons explorer le point de vue des radicaux américains sur la division du travail. Ce point de vue met l'accent sur le conflit, mais alors que l'économie des contrats s'intéresse aux méthodes de gestion qui permettent de restreindre les opportunités de flânerie des travailleurs, pour les radicaux, l'opportunisme est du côté des dirigeants de l'entreprise qui divisent le travail pour concentrer le pouvoir économique et mieux régner.

3. La filiation marxienne : diviser le travail pour régner

Le traitement que nous allons faire de la filiation marxienne ne s'appuie que sur un nombre limité de travaux : ceux de Marglin (1974), de Braverman (1974) et le survey de Rebitzer (1993) qui recense les nombreuses contributions de ces théories à l'analyse du marché du travail : formation des salaires, segmentation du marché du travail, etc.

a) Que font les chefs ?

La critique radicale est issue du même mouvement que celui qui a conduit à reprocher à la théorie sociologique « orthodoxe » des organisations son caractère fonctionnaliste et conservateur. Cependant, la théorie des contrats remet en cause la théorie « orthodoxe » de la firme marginaliste sans rompre avec le structuro-fonctionnalisme : les institutions sont décrites comme des solutions efficientes à des problèmes économiques (Granovetter, 1985). Le courant radical rompt à la fois avec la firme « fonction de production » de la théorie néoclassique, avec son traitement du savoir et de l'organisation (Stephen, 1984) et avec l'idée que les institutions sont au service de l'efficacité. Il n'est donc pas étonnant de trouver dans l'ouvrage édité par Stephen sur la firme et l'organisation du travail dans le courant radical un chapitre rédigé par Williamson et critiqué par Malcomson. Théorie des coûts de transaction et critique radicale s'opposent sur le rôle respectif du pouvoir et de l'efficacité dans la dynamique du tissu économique, mais ils s'accordent sur les insuffisances de la théorie marginaliste de la firme.

Les contribution de Braverman (1974) et Marglin (1974) sont intéressantes car les questions qu'ils posent sont formulées dans des termes très proches de celle de l'économie des contrats. Ainsi l'article de Marglin (1974) a pour titre « Que font les chefs ? » (« What Do Bosses Do ») et pour sous-titre « les origines et les fonctions de la hiérarchie dans la production capitaliste ». De plus, elles sont formulées dans le cadre d'une vision conflictuelle de la firme, mais la focalisation n'est pas sur les mêmes conflits. D'une part, contrairement à l'économie des contrats, il n'y a pas de divergence d'intérêt entre les dirigeants d'entreprise et les détenteurs du capital. Les divergences d'intérêt sont entre la coalition des managers et des capitalistes et les travailleurs. Cette divergence d'intérêt n'est pas non plus énoncée dans les termes de la théorie principal-agent : les travailleurs ne dissimulent ni leur effort, ni des

informations utiles a la direction de l'entreprise car celle-ci a mis au point des moyens puissants de contrôle. Avec ces moyens, les capitalistes exploitent les travailleurs. Ainsi, ce sont les capitalistes qui sont opportunistes, non les travailleurs (qui n'en ont pas les moyens matériels), et la rente qu'ils dégagent ne vient pas du mensonge, mais de la domination.

Selon Braverman (1974), toute activité productive nécessite un travail mental et un travail manuel. Néanmoins, chaque mode de production diffère dans la manière dont les individus interagissent dans les activités productives. Avec l'entreprise capitaliste, les tâches de conception (mentales) sont progressivement séparées des tâches d'exécution (manuelles). Braverman pourrait reprendre à son compte la phrase de Knight (1921) :

« Workers do and managers figure out what to do » (p. 268)

Par ailleurs, une petite part de la main d'œuvre finit par concentrer toutes les tâches de conception. Ces tendances viennent de la nature conflictuelle des intérêts des dirigeants et des travailleurs. Ainsi, la division du travail impulsée par le taylorisme est le moyen choisi par les dirigeants de l'entreprise, représentant les intérêts du capital, pour priver la classe laborieuse d'un quelconque pouvoir sur son travail. L'organisation scientifique du travail parvient à séparer travail mental et travail manuel et à déqualifier la main d'œuvre ouvrière en la confinant dans des activités productives ou le travail est parcellisé et mécanisé.

Ainsi, nous dit Marglin (1974), la division du travail détaillée qui caractérise la production capitaliste vise plus à contrôler l'ensemble du processus de production et le produit, qu'aucun travailleur ne connaît dans sa totalité, qu'à générer des gains de productivité appuyés sur la spécialisation et les effets d'apprentissage associés. En effet, les ouvriers de métier, comme d'ailleurs la main d'œuvre qualifiée détient des

informations et des savoirs constitués que la direction de l'entreprise ne connaît pas. En construisant des structures productives où ce savoir n'est plus nécessaire à une partie de la main d'œuvre, la direction de l'entreprise oriente le rapport de force qu'elle entretient avec la main d'œuvre à son avantage : si cette main d'œuvre refuse de travailler, elle est aisément substituable.

b) De la domination au « monitoring »

L'approche de Marglin et Braverman est celle de l'analyse historique de la genèse de l'entreprise industrielle capitaliste. Leur description des ressorts de la division du travail a été, par la suite, peu approfondie. Le courant radical a retenu que les responsables hiérarchiques ont pour rôle principal la supervision des travailleurs et qu'ils agissent dans l'intérêt des propriétaires du capital. Sachant que la division du travail rend le travailleur plus substituable, les entreprises peuvent susciter un effort plus important en utilisant la menace de licenciement ou en accroissant la supervision directe (Weisskopf , Bowles et Gordon, 1983).

La formalisation de la relation hiérarchique se rapproche alors de celle de l'économie des contrats et plus précisément des modèles de salaire d'efficience : les employeurs mobilisent l'effort des travailleurs par la supervision directe et la menace de licenciement pour ceux qui n'atteignent pas les objectifs requis. C'est l'interprétation plus que la formalisation de ce modèle de régulation de l'effort ou de « monitoring » qui est alors propre au courant radical, bien que celle-ci vienne progressivement euphémiser le message initial, ainsi le terme «tricher » («shirk ») est incidemment utilisé en faisant référence au travailleur qui n'atteint pas le niveau d'effort requis. Alors que la vision radicale devrait être : le capitaliste intensifie le travail en s'appuyant sur la menace de licenciement, mais les objectifs qu'il fixe sont parfois contradictoires ou surdimensionnés et le salarié ne parvient pas à les

atteindre. Cette interprétation n'est pas très éloignée de résultats empiriques examinés dans le chapitre I et obtenus en analysant les évolutions récentes du travail à partir de données d'enquêtes statistiques en France et aux Etats-Unis, sous l'angle de la sociologie et de l'ergonomie (Gollac et Volkoff, 1996 ; Cappelli et alii, 1997) ou de l'économie (Coutrot, 1998 ; Askenazy, 1998).

Le déterminisme de l'approche radicale l'empêche aussi de penser la diversité des formes organisationnelles et ses conséquences sur la structure de la main d'œuvre. Tout comme dans la théorie des contrats, la seule structure organisationnelle est la structure hiérarchique qui varie en fonction du degré de supervision. Autrement dit, la seule dimension de l'organisation du travail est la division verticale du travail et la hiérarchie ne dispose pas d'autre moyen pour contrôler le travail que la supervision directe. Dans le chapitre IV, nous allons présenter une famille de modèles qui a inspiré les modèles de monitoring. Il s'agit du modèle de Beckmann (1960), de Williamson (1967), qui précède ses travaux sur les coûts de transaction et qui a déjà été évoqué, et de celui de Calvo et Wellicz (1978, 1979).

Le courant radical insiste surtout, pour des raisons évidentes, sur la différence entre une entreprise contrôlée par des intérêts capitalistes et une coopérative ou une firme autogérée : la première sélectionne ses méthodes de production en vue de consolider le pouvoir de la direction, la seconde (souvent assimilée à l'entreprise « artisanale ») recherche l'efficacité. Sur ce point, le radicaux s'opposent donc fortement à la théorie des droits de propriété (Alchian et Demsetz, 1972) qui soutient, au contraire, qu'un critère collectif et non individuel de rémunération de l'effort au sein d'une équipe réduit l'incitation à l'effort. Ainsi, les radicaux vont comparer l'efficacité relative d'entreprises dont la structure du capital diffère plutôt que d'entreprises qui diffèrent dans leur mode d'organisation interne. Comme nous

l'avons déjà indiqué à propos de la théorie des contrats, si la structure du capital est une caractéristique importante pour comprendre le comportement de la firme, notamment son comportement d'investissement, ce n'est qu'une dimension parmi d'autres de l'organisation.

A ceci s'ajoute le postulat d'un biais organisationnel orienté vers la déqualification du travail : les entreprises choisissent leur méthodes de production de manière à réduire le niveau de qualification requis des travailleurs, s'appuyant en cela sur un progrès technique dont la tendance naturelle est la déqualification. Dans les travaux empiriques, l'assimilation entre managers et main d'œuvre qualifiée et travailleurs et main d'œuvre non qualifiée, conduit les approches radicales à considérer l'accroissement de la part de la main d'œuvre qualifiée dans l'économie comme un indice d'un approfondissement de la logique hiérarchique (Weisskopf , Bowles et Gordon, 1983 ; Gordon, 1990). Gordon (1990) propose ainsi quatre mesures de l'intensité de la supervision : le pourcentage de la main d'œuvre indirecte (les salariés qui ne sont pas des ouvriers), le pourcentage de salariés occupant un métier identifié comme associé à une position de supervision dans le DOT (Dictionary of Occupational Titles), le pourcentage des cadres et de main d'œuvre administrative dans la main d'œuvre totale non agricole et la part des agents de maîtrise dans la main d'œuvre industrielle. Il constate que tous ces indicateurs augmentent depuis les années 50.

Mais l'ampleur des changements dans la structure de la main d'œuvre, décrits par la majeure partie de la communauté scientifique comme un biais technologique en faveur de la main d'œuvre qualifiée, rend difficile une interprétation en terme d'accroissement des tensions conflictuelles et des besoins de supervision au sein de structures productives de taille croissante. Et ceci d'autant plus que la main d'œuvre qualifiée semble jouer un rôle d'expertise et de production directe (dans le secteur

tertiaire) plutôt que de supervision. Ici encore, le courant radical est pénalisé par sa vision déterministe de la dynamique capitaliste et parvient très difficilement à rendre compte des évolutions récentes de l'organisation du travail.

La problématique en terme de changement de modèle industriel développée par Piore et Sabel[33] (1984), d'ailleurs inspirée des travaux de l'école de la régulation sur la crise du Fordisme que nous avons examiné dans le chapitre I, dépasse la limite imposée par le déterminisme des radicaux de la première heure : il y aurait plusieurs modèles industriels dans l'histoire du capitalisme, chaque modèle impliquant une forme de développement technologique déterminée. Ainsi, la première révolution industrielle, a vu l'avènement de la production de masse en remplacement du système de production artisanale. La logique de ce modèle productif en terme de division du travail est celle décrite par Marglin et Braverman. Un nouveau modèle industriel serait en train de naître de la crise associant un retour vers une division du travail plus proche de l'artisanat et des technologies de production flexible : le modèle de «spécialisation souple ». Piore et Sabel ne proposent pas cependant de formalisation de cette nouvelle forme d'organisation du travail, alternative aux modèles de « monitoring ».

c) Savoir et pouvoir

La manière dont les radicaux américains formalisent la division verticale du travail est cependant riche d'intuitions qui recouvrent en partie celle de Demsetz (1988) : celle-ci a à voir avec la construction d'un savoir faire, avec la conception des activités productives. La fonction de production n'est pas donnée au manager,

---

[33] Le titre anglais de l'ouvrage de Piore et Sabel « The Second Industrial Divide » est plus explicite sur ce point que le titre français « Les chemins de la prospérité ».

elle est construite par lui et la division du travail dans l'entreprise ne concerne pas seulement les activités productives a proprement parler, elle recouvre aussi les activités mentales, productrice de connaissances.

Marglin (1984), dans un article intitulé « savoir et pouvoir » affine son argumentation de 1974 en soulignant que c'est la nature de bien public du savoir qui pousse les capitalistes de la révolution industrielle, créateurs de savoirs productifs nouveaux, à faire en sorte de ne pas partager leurs connaissances avec les travailleurs. Les ingénieurs créateurs de nouveaux procédés de production sont peu nombreux au moment de la révolution industrielle. L'organisation scientifique du travail leur permet de bénéficier de leur rareté en dépit du caractère de bien public du savoir qu'ils détiennent. Marglin entérine aussi les critiques qui lui ont été adressées par les chercheurs de terrain : les savoir productifs sont toujours partagés car des savoirs tacites, locaux naissent de l'activité productive elle-même. Les ingénieurs des méthodes, concepteurs scrupuleux des contours détaillés des tâches, ne disposent jamais d'un savoir exhaustif sur les conditions locales de la production (le schéma corporel de l'ouvrier, les variations de température liées au climat, la qualité du minerai extrait etc.), car il faut être immergé dans l'activité productive pour percevoir ces informations. Dès lors, les ouvriers, même s'ils subissent un travail déqualifié et répétitif détiennent un savoir. Ainsi, une large partie des conflits dans le travail prennent leur source dans des problèmes d'accès au savoir. D'une certaine manière, les modèles principal-agent et le point de vue radical se complètent sur la question des asymétries d'information.

Nous allons nous appuyer sur les intuitions du courant radical concernant le lien entre la division verticale et le savoir productif dans deux modèles exposés dans le chapitre V, qui tentent de rendre compte des changements récents dans l'organisation du travail. L'un des modèles met en avant l'accroissement du poids de

la main d'œuvre qualifiée dans l'économie comme facteur explicatif des changements et rend compte, schématiquement, des deux révolutions industrielles. Ces modèles abandonnent cependant la dimension conflictuelle de la vision radicale (en ce sens, ils relèvent plutôt de la théorie coopérative de la firme), ce qui n'est pas une moindre rupture. Il est courant de parler des deux facettes du pouvoir : pouvoir de contraindre et pouvoir de mobiliser. C'est la seconde facette que nous allons choisir pour notre modélisation de l'organisation du travail interne à la firme, restaurant ainsi la vision positive de l'entrepreneur en quête d'efficacité et créateur de richesse, propre au modèle béhavioriste de l'entreprise et à la vision schumpetérienne.

Ce choix vient d'une recherche de simplification plutôt que d'une conviction. Il nous semble essentiel de parvenir, à terme, à une modélisation qui rende compte aussi des relations de domination dans le travail. De même, il nous semble important de comprendre les conflits qui prennent naissance dans le travail.

Au total, les théories de la firme qui viennent d'être présentées adoptent l'existence de la hiérarchie comme un présupposé et ont donc du mal à concevoir l'existence d'alternatives à la structure hiérarchique. Néanmoins, la théorie des contrats, comme les théories radicales examinent une dimension de l'organisation du travail, les mécanismes d'incitation : supervision et contrôle du travail, compensation salariale. Nous allons laisser de côté cette dimension, non pas parce qu'elle ne présente pas d'intérêt pour la théorie économique, mais parce qu'elle a déjà donné le jour à un corpus théorique construit et cohérent, ainsi qu'à ne nombreux travaux empiriques, alors que la logique économique qui anime les autres dimensions de l'organisation n'a été que très partiellement explorée.

Par ailleurs, les données examinées dans le chapitre I montrent qu'au delà des schémas d'incitations, beaucoup de choses ont bougé récemment dans l'organisation du travail. Ces théories parviennent difficilement à rendre compte du mouvement vers des organisations moins hiérarchiques. Comment justifier, en effet que les managers cherchent à développer l'autonomie de la main d'œuvre ? Est-ce parce qu'ils contrôlent plus facilement le niveau de leur effort ? Même si certaines techniques peuvent les aider à cela, nombreux sont les économistes qui évoquent un contexte d'incertitude accrue liée à la mondialisation et à la dérégulation des marchés. Cette incertitude croissante devrait venir renforcer la relation d'autorité plutôt que de la relâcher.

Même chose du côté de la théorie des coûts de transaction. Celle-ci a développé un effort important pour formaliser et tester empiriquement les déterminants de l'intégration verticale. Comment explique-t-elle les mouvements récents d'externalisation, de « downsizing », et de repli sur le métier (« core competencies ») ? Il est difficile de supposer que la quantité d'actifs spécifiques engagés dans les transactions a diminué alors que l'on parle de l'importance accrue des compétences spécifiques (« integrative skills ») et que les sous-traitants deviennent des «partenaires ». Par exemple, dans l'industrie automobile française, l'externalisation croissante d'une partie de la production vers les équipementiers, ainsi que le recours massif au travail intérimaire s'accompagne d'investissements joints de toutes sorte : installation de nouvelles usines à proximité des usines de montage des constructeurs pour faciliter les livraisons en juste-à-temps, participation active des fournisseurs aux phases de développement d'un véhicule, adoption de normes de qualité et investissement dans des compétences spécifiques à la demande des constructeurs etc. (Gorgeu et Mathieu, 1995).

Il n'est pas dit que la théorie des contrats ne soit pas à même d'apporter des éléments d'explication à ces évolutions. Cependant, il nous semble que dans la logique de ces théories, plus d'incertitude appelle plus de contrôle et renforcement de la logique hiérarchique. Il ne leur est donc pas aisé d'expliquer la diffusion de formes d'organisation plus « organiques » ou décentralisées et fonctionnant par « ajustement mutuel » plutôt que par consigne/éxécution. Nous laissons le soin à ces théories de proposer des explications satisfaisantes ou de montrer que la nature des changements à l'œuvre a été mal interprétée et nous allons nous intéresser à un ensemble hétérogène de théories qui visent précisément à décrire la variété des structures organisationnelles.

B. Les théories coopératives de la firme[34]

L'année où Alchian et Demsetz publient leur article dans *l'American Economic Review*, Marschak et Radner publient l'ouvrage fondateur de la théorie des équipes (*Economic Theory of Team*, 1972). Dans cet ouvrage, ils formulent le problème de l'équipe en des termes coopératifs, en adoptant une hypothèse de rationalité limitée : comment structurer au mieux un collectif d'individus coopératifs, ayant une rationalité limitée, dont les actions sont complémentaires (le résultat est collectif, non séparable), et dont les ensembles d'information diffèrent ? Les individus sont coopératifs car ils partagent les mêmes intérêts, c'est à dire les mêmes goûts et les

[34] Cette section s'appuie sur un survey réalisé avec Dominique Guellec et intitulé « Les théories coopératives de la firme » 1996, Document de travail de la Direction des Etudes et Synthèses Economiques de l'INSEE, N°G9607. Nous nous sommes aussi appuyé sur une version antérieure de ce survey, plus étendue (Miméo INSEE, novembre 1994). La terminologie « théories coopératives de la firme » vient de ce travail. Il s'appuie aussi sur un texte réalisé pour une journée-débat sur la question de l'usage des méthodes statistiques dans l'étude du travail (Greenan, 1995) intitulé : « La représentation et la mesure de l'organisation de la production dans l'approche économique », *Cahier travail et emploi : L'usage des méthodes statistiques dans l'étude du travail, journée-débat du 19 janvier 1994*, La Documentation Française, avril, p. 227-249.

mêmes croyances. Le début des années 70 correspond aussi à la période d'apogée de la théorie de jeux coopératifs.

Dix années plus tard, Holmstrom (1982) reprend les intuitions de Alchian et Demsetz dans un article du *Bell Journal of Economics*, intitulé «Moral Hazard in Teams ». Cet article introduit l'opportunisme dans l'équipe formalisée par Alchian et Demsetz. La lignée de travaux qui a suivi cette voie a été partiellement introduite dans la section A. Elle s'est développée tout au long des années 80 au sein de l'économie des contrats et de la théorie des jeux non coopératifs. En revanche, la formulation coopérative du problème de l'équipe a fait l'objet d'un investissement beaucoup plus limité de la part de la communauté scientifique.

Pourtant, elle permet de formuler des questions de «design » organisationnel. Si l'on reprend l'expression de Marschak[35] (1986), un design spécifie «qui fait quoi quand ? » («Who does what when ? », p. 1359). Les plus formalisées de ces théories, que nous présenterons dans la partie II, sont très proches, dans les questions qu'elles posent, des théories de la contingence structurelles évoquées dans le chapitre I. Dans son ouvrage intitulé *Designing Complex Organizations*, Galbraith (1973), résume le point de vue de ces théories par trois propositions. Tout d'abord, il n'y a pas une seule bonne manière («One Best Way ») d'organiser une entreprise. Deuxièmement, toutes les manières d'organiser une entreprise ne sont pas également performantes. Enfin, le meilleur choix d'organisation dépend de l'environnement avec lequel l'entreprise est en relation.

---

[35] Il s'agit de Thomas A. Marschak et non Jacob Marschak, coauteur avec Radner de l'ouvrage de 1972. Jacob Marschak est décédé en 1977 et c'est Thomas A. Marschak qui a rédigé le chapitre de 1986 à partir de notes de Jacob Marschak.

C'est cette lignée de travaux que nous allons introduire à présent ainsi que des travaux qui lui sont proches, même s'ils ne reprennent pas forcément tous les éléments du programme proposé par Marschak et Radner en 1972. Toutes ces théories ont en commun de chercher à analyser les problèmes d'organisation de la production autres que ceux posés par l'opportunisme des managers ou des travailleurs.

1. Un cadre d'hypothèses heuristique : la rationalité limitée et la coopération

Dans la littérature à laquelle nous allons nous intéresser, les individus peuvent délivrer de fausses informations de manière involontaire car ils se trompent. Ces biais involontaires s'opposent aux biais volontaires examinés par les théories des contrats. Ils proviennent des limites que les individus rencontrent dans leurs capacités d'analyse et de communication, couramment regroupées dans le terme de rationalité limitée. Ainsi, contrairement au schéma principal-agent, la coordination d'un ensemble d'unités coopératives (ne cherchant pas à satisfaire leur intérêt propre mais l'intérêt collectif), est problématique. Elle l'est même plus, en un certain sens, puisque par exemple le principal lui-même est alors limité par sa rationalité dans sa capacité de contrôle : il n'est pas à même d'assurer directement et efficacement la coordination de toutes les unités si celles-ci sont nombreuses. L'organisation ne peut pas se ramener, dans ce cadre, à une simple juxtaposition de contrats bilatéraux.

a) Des fondements pour le comportement coopératif

Dans la plupart des modèles que nous allons examiner dans la partie II, les auteurs adoptent le parti pris de représenter les individus au sein de l'entreprise comme coopératifs et contribuant avec loyauté aux activités productives. Ainsi, Crémer justifie ce choix de la manière suivante (1993) :

> *« I assume away any questions of incentives. For the purpose of this paper, human beings are perfectly honest and trustworthy, but have limited capacity for processing, receiving and transmitting information. Incentives question are certainly important, however, I do believe that the nearly exclusive focus of the recent literature on incentives problems and the nearly complete neglect of bounded rationality is unwarranted [...]. » (p. 352)*

L'hypothèse de coopération est donc une hypothèse heuristique qui permet d'explorer des problèmes jusque là négligés par la théorie économique. Cette hypothèse simplificatrice ne s'appuie sur une théorie de l'individu comme spontanément coopératif au sein d'un collectif de travailleur. Cette hypothèse fait que la théorie coopérative de la firme (tout au moins son noyau central) n'échappe, pas plus que la théorie des contrats à la critique de Granovetter (1985), car elle décrit un travailleur sur-socialisé, «programmé » par l'entreprise pour effectuer un certain nombre de tâches. La théorie du traitement de l'information, ainsi que certains modèles liés aux théories évolutionnistes, décrivent d'ailleurs les individus dans la firme comme des automates. Cette sur-socialisation se joue dans un sens opposé à celui décrit par Granovetter lorsqu'il critique Williamson. Selon lui, Williamson Sous-estime le rôle des relations sociales dans le bon déroulement des transactions de marché et il surestime le rôle de l'autorité hiérarchique pour contenir les tentations opportunistes, ainsi que son efficacité en la matière. Dans l'univers professionnel, il y a d'autres facteurs que l'autorité qui poussent l'individu à être coopératif : les normes de comportement suscitées par le système de valeur, les processus d'identification à l'entreprise, les amitiés nouées avec d'autres, etc. Mais la coopération d'une grande partie des collectifs de travail n'empêche pas forcément l'opportunisme d'un petit nombre, qui peut être très dommageable pour l'entreprise. Les théories coopératives de la firme ne s'intéressent pas à ces problèmes, mais elles en reconnaissent l'existence.

Au delà de la question du poids de la littérature sur les incitations, un certain nombre d'arguments, dont certains s'appuient sur les mécanismes évoqués par Granovetter (1995) peuvent venir justifier l'hypothèse coopérative. Le premier est développé par Marschak et Radner (1972) :

> *« Here we may add that formally equivalent to the team problem is that of the Organizer - for example, a management consultant or the author of an army manual. Given the interests of the organization as stated to him by his client, the organizer's task is to draft the information and decision rules that best serve these interests, assuming that the rules will be obeyed. To be sure, this assumption is seldom fully valid, although the problem of organizing a system of automata does have both practical importance and theoretical value. Accordingly, the organizer will modify the information and decision rules by introducing* incentives, *such that each member will serve his own interests best (i.e. will maximize the expected utility to* him*) by acting in a manner that will serve the interests of the organization. » (p. 125)*

Si l'on suit cette argumentation, il est tout à fait possible d'adopter une démarche en deux temps. Tout d'abord spécifier le problème de structure organisationnelle dans un contexte coopératif, en considérant que tout le monde partage l'objectif collectif, puis examiner en quoi les structures obtenues résistent de manière différentielle à des problèmes d'opportunisme, et imaginer des correctifs venant s'additionner aux dispositifs choisis en première étape. De fait, les problèmes d'organisation interne et d'incitation sont séparables : en traitant les premiers, on génère des structures organisationnelles, en gérant les second, on s'intéresse à la conception des profils de rémunération et de carrière. Il n'y a plus qu'à s'interroger sur les interdépendances entre les deux : certains dispositifs organisationnels peuvent-ils jouer le rôle de substitut fonctionnel à un dispositif incitatif ? La structure organisationnelle sélectionnée permet-elle de mettre en œuvre le dispositif incitatif ?

Le second argument a plus trait au contexte d'ensemble des changements organisationnels observés dans les entreprises. En effet, les nouveaux modèles productifs ont, tout d'abord, été présentés sous un jour très positif du point de vue de la main d'œuvre : ils s'appuyaient sur des dispositifs participatifs et semblaient donc aller dans le sens d'une plus grande démocratie au sein de l'entreprise. Ainsi le partage du pouvoir sur le lieu de travail devenait-il plus équilibré, réduisant les tensions et générant une plus grande coopération. Ceci conduit par exemple Piore et Sabel (1984) à voir dans le nouveau modèle productif émergeant des traits le rapprochant de l'organisation artisanale du travail propre à la société pré-capitaliste. Dans ce cadre, choisir une hypothèse de coopération sur les lieux de travail est moins fantaisiste que dans un contexte de relations professionnelles hautement conflictuel. A cette représentation du nouveau modèle industriel s'ajoute le contexte de crise qui fait que le rapport de force ne favorise pas les comportements opportunistes au sein des entreprises[36]. La persistance d'un taux de chômage à un niveau élevé, s'est avéré être en France un excellent substitut aux mécanismes incitatifs (Coutrot, 1998).

D'autres considèrent que la coopération et la confiance sont au cœur du nouveau modèle industriel (Boyer, 1991, 1993). La loyauté et l'engagement des travailleurs est indispensable à l'efficacité des nouvelles formes d'organisation. Celles-ci se sont d'ailleurs développées plus précocement dans les économies ayant une tradition[37] de relations sociales coopératives au sein des entreprises comme le Japon, l'Allemagne ou le Suède. La coopération n'est pas donc pas spontanée, mais

---

[36] Ce qui n'est pas le cas entre les entreprises. L'exacerbation de la concurrence, les innovations institutionnelles du contexte européen, l'internationalisation des échanges ont probablement renforcé l'opportunisme dans les transactions marchandes entre entreprises et les comportements de prédation des grosses structures à la recherche d'une meilleure assise sur le marché.

[37] Cette tradition coopérative ne se construit pas spontanément, elle se construit souvent en réponse à un conflit de grande envergure.

profondément inscrite dans les institutions et elle doit être promue et stimulée pour favoriser l'émergence du nouveau modèle productif. Néanmoins, elle est un des ingrédients de la cohérence des nouvelles organisations. Il est donc logique de supposer que la coopération préexiste pour explorer les mécanismes à l'œuvre en leur sein.

De plus, le dispositif organisationnel examiné par la théorie conflictuelle de la firme pour désamorcer l'opportunisme est la supervision directe (le « monitoring »). Il suppose que l'effort des individus puisse être mesuré. Si les changements actuels dans l'organisation du travail provoquent (et/ou résultent d') une interdépendance accrue entre les tâches productives, la supervision directe n'est plus une bonne méthode de contrôle du travail car l'effort de chacun ne peut être objectivement mesuré. Le besoin de coopération dans les nouvelles organisations productives pourrait donc résulter en partie des limites atteintes par la relation hiérarchique traditionnelle pour motiver les salariés et mobiliser l'effort. Le cadre classique de réflexion de la théorie des incitations est peut-être lui-même devenu insuffisant.

Enfin, la coopération peut se justifier en relation à plusieurs modèles de comportement humain (Ménard, 1993). Il se peut que les individus coopératifs aient internalisé l'intérêt de la collectivité, qu'ils font alors passer avant leur intérêt propre. Simon (1947) qualifie ce choix d' « identification ». L'individu s'identifie à la collectivité, celle-ci ayant su créer cette identification, par la culture d'entreprise par exemple, ou la fierté d'appartenance. L'identification de l'individu à la collectivité peut reposer sur la rationalité limitée. En l'absence d'une vision précise du jeu dans lequel il est (paiements inconnus) et de la stratégie des autres joueurs, l'individu se raccrochera à la stratégie que lui propose la collectivité si elle n'est pas aberrante et si elle est visiblement acceptée par les autres joueurs. Le coût qu'il y a pour un individu

à se forger sa propre opinion est un facteur de conformisme et donc de cohésion (Bikhchandani, Hirshleifer et Welch, 1992).

Le comportement coopératif peut aussi être un choix, une stratégie suivie par un individu égoïste à l'équilibre d'un jeu non coopératif. Un tel problème a été particulièrement exploré dans le cas du dilemme du prisonnier (Boyer et Orléan 1993, en présentent un panorama). Le seul équilibre dans la version statique du dilemme du prisonnier est la stratégie agressive de la part des deux joueurs. La version répétée du jeu est très différente. Les expérimentations montrent que les individus adoptent fréquemment un comportement coopératif (Axelrod, 1984 ; Fudenberg et Tirole, 1989). Divers mécanismes sont proposés pour rendre compte de cela, ayant pour fondement la menace de représailles : l'individu victime d'un comportement agressif réagira vraisemblablement par l'agression, et l'agresseur potentiel le sait. La stratégie coopérative devient une stratégie d'équilibre lorsque le jeu est infiniment répété : la menace de représailles si l'un des joueurs dévie est, en effet, suffisamment dissuasive dans ce cas.

Lorsque le jeu est répété à un horizon fini et connu, l'adoption de comportements coopératifs peut être facilitée par une certaine limitation de la rationalité des joueurs. L'argument diffère selon la forme de limitation dans les modèles. Ainsi chaque joueur peut être incertain de la rationalité de l'autre (la rationalité n'est pas common knowledge). Le joueur tentera alors l'expérience suivante : jouer une fois la stratégie coopérative, puis revenir dès le coup suivant à la stratégie agressive si l'autre joueur a adopté celle-ci. Le second joueur a intérêt alors à être coopératif, et les stratégies coopératives donnent un équilibre (Kreps, Milgrom, Roberts et Wilson, 1982). Une mémoire limitée des joueurs facilitera la coopération, soit qu'ils oublient les coups trop anciens, soit qu'ils ne se souviennent que de la moyenne et non de la chronique des coups passés. Ceci permet à chacun d'oublier

partiellement les défections épisodiques de l'autre et donc de recourir moins souvent à des représailles qui déstabiliseraient l'équilibre coopératif[38]. Enfin une stratégie de maximisation seulement approximative du gain par chaque joueur, justifiée par exemple par une observation imparfaite des paiements et donc de la stratégie de l'autre joueur, pourra également conduire à un équilibre coopératif (ε-équilibre de Radner 1980).

Il faut cependant noter que la rationalité limitée peut avoir un effet inverse. En effet, elle limite la capacité de chaque joueur à identifier et analyser les actions de ses partenaires. Un de ceux-ci ayant choisi une stratégie agressive peut la camoufler un certain temps, tant que ses effets ne sont pas trop apparents, ou il peut la présenter comme involontaire. Dans ces cas l'asymétrie informationnelle est renforcée par la faiblesse cognitive des agents. Et cette asymétrie est nuisible à la coopération : des représailles peuvent être déclenchées à tort, ou ne pas être déclenchées bien qu'elles soient justifiées. En affaiblissant la capacité des agents à se surveiller mutuellement la rationalité limitée peut affaiblir la coopération.

Crémer (1986) élargit cette perpective en l'insérant dans le cadre d'un modèle à générations imbriquées. Les individus ont des durées de vie fixes et chaque année, la firme recrute une nouvelle personne pour remplacer un partant. Ainsi, alors chaque salarié a une durée de vie finie, tandis que l'horizon temporel de la firme est infini. Dans un cadre de ce type, il n'est pas besoin de supposer que les individus ont une vie éternelle ou une rationalité limitée pour obtenir une coopération. Cette coopération peut être imparfaite, en ce sens qu'une partie seulement des joueurs va coopérer, celle pour laquelle la menace de représailles est crédible.

---

[38] Il faut noter que le non-recours total à des représailles est également déstabilisateur, puisque l'autre joueur n'est

D’autres modèles où l'un des joueurs change à chaque période (rotation) obtiennent une coopération s’appuyant sur un effet de réputation. Le joueur permanent, qui ne change pas, aura intérêt à adopter une stratégie coopérative si l'information passe bien entre les joueurs tournants, se créant ainsi une réputation favorable qui va conditionner le comportement de ceux-ci. L'effet de réputation jouera de façon similaire dans le cas d'interactions entre plus de deux individus : dans des équipes plus nombreuses, où chacun a une connaissance imparfaite des autres, la réputation agit comme information, support de la confiance. Kreps (1990) fait de la réputation la raison d'être de la firme : chacun des employés est porteur et garant de cette réputation, qui assure une crédibilité dans les transactions avec d'autres firmes. La culture d'entreprise (« corporate culture »), qui s'incarne dans chacun des employés, assure de la part de ceux-ci des comportements cohérents avec la réputation de la firme, c'est-à-dire avec ce qu'attendent les partenaires extérieurs.

A cela il faut ajouter deux remarques. D'une part il n'est pas évident que toutes ni même la plupart des situations de la vie réelle correspondent à des dilemmes du prisonnier. On peut envisager notamment des économies d'échelle, générant des structures de paiement proches des fonctions de gain quadratiques retenues dans la théorie des équipes. Dans une telle structure la cohérence des comportements individuels prime sur l'efficacité de chacun d'entre eux pris isolément. D'autre part, il peut être montré que sous certaines hypothèses, dans un modèle à plusieurs agents, le principal aura parfois intérêt à passer un contrat collectif, avec l'ensemble de ses agents (alors considérés comme une équipe) plutôt qu'avec chacun d'entre eux séparément, afin de favoriser les comportements d'entraide (Itoh, 1991). Ceci s'oppose à la vision de la coopération en termes de collusion visant à prélever une

---

plus alors incité à être lui-même coopératif.

rente sur le principal en lui délivrant une information fausse (Tirole, 1986). Diviser n'est pas toujours le meilleur moyen pour régner.

L'examen des fondements possibles à un comportement coopératif met en évidence un certain nombre d'antagonismes dans le contenu des changements organisationnels observés empiriquement. En effet, les arguments invoqués insistent sur la continuité des interactions, l'identification à l'entreprise, les effets de réputation, etc. Si la coopération est un élément important du nouveau modèle productif, comment la diffusion des nouveaux principes de management au sein des entreprises s'accommode–t-elle avec la tendance à la précarisation du travail et à l'individualisation des salaires qui marque le contexte français depuis les années 80 ? Cette question dépasse le cadre de cette thèse, mais devrait faire partie du programme de la théorie des incitations.

b) L'hypothèse de rationalité limitée

L'individu tel que le présentent les théories coopératives effectue des choix : il doit pour cela observer l'environnement, traiter l'information (trier, agréger) et éventuellement communiquer (recevoir ou transmettre des données ou des consignes). Ces opérations font l'objet de la théorie de la décision. La plupart des domaines de la théorie économique supposent l'individu parfaitement rationnel lorsqu'il réalise ces opérations : il utilise pleinement l'information disponible pour effectuer le meilleur choix. La seule limite posée à l'optimisation est donc celle de la disponibilité d'information (qui est fixée, extérieure à l'individu). Les théories que nous allons examiner formulent à l'opposé l'hypothèse d'une rationalité limitée (« bounded rationality »). Ce concept, proposé par Simon (1957, 1972) désigne le fait que les individus tentent d'être rationnels mais, du fait de leurs capacités

cognitives limitées, ils n'y parviennent que pour partie (« intendedly rational, but only limitedly so »).

Alors que la rationalité parfaite se présente comme une axiomatique, unifiée et cohérente (jusqu'à certaines limites : voir le panorama de R. Sugden 1991), la difficulté associée à l'hypothèse de rationalité limitée réside dans la multitude d'options possibles pour lui donner un contenu concret. March (1978) recense sept formes différentes de rationalité limitée (« bounded rationality ») en théorie de la décision, quatre d'entre elles font référence à des formes de calcul différentes pour atteindre un objectif donné, trois à des formes de raisonnement plus systémiques où les acteurs n'ont pas pleinement conscience de la justification de leurs actions. Cela conduit à une forte hétérogénéité des approches et à des confrontations difficiles (Conlisk, 1996).

(1) Les différentes rationalités limitées

La rationalité des individus peut être limitée de façons très différentes : les capacités cognitives dont la limitation est prise en compte sont diverses (la mémoire, la capacité de calcul, etc.), et cette limitation peut s'écrire formellement de nombreuses façons différentes. Une mémoire imparfaite peut s'écrire par exemple comme une tendance à l'oubli des évènements trop anciens, ou comme capacité à se souvenir de la moyenne plutôt que de la chronique d'une variable, ou bien comme réminiscence des seuls évènements atypiques. Le choix de l'une ou de l'autre des limitations et des formulations peut affecter grandement les conclusions quant au comportement des individus. Il existe donc un certain arbitraire dans les modèles de rationalité limitée et le degré de généralité des résultats en est réduit (faible robustesse).

Une distinction structurante dans la réflexion sur la rationalité limitée a été proposée par Simon (1976). Elle oppose les modèles s'appuyant sur une conception substantielle de la rationalité (« substantive rationality ») des modèles s'appuyant sur une conception procédurale (« procedural rationality »). Dans le premier cas, un comportement est jugé rationnel en référence à l'obtention d'un résultat, dans les limites imposées par des contraintes et des conditions données, dans le second, il est jugé rationnel quand il est le produit d'une délibération, d'un processus de l'esprit respectant une certaine méthode. La rationalité limitée est un concept qui met l'accent sur les limites cognitives des individus alors que la rationalité procédurale est un concept qui renvoie à l'étude des processus de décision (Laville, 1998).

Lorsque l'on adopte un point de vue procédural, la première difficulté pour l'individu consiste à poser de façon adéquate les problèmes, c'est-à-dire à formuler précisément le problème auquel il veut répondre, sous la forme par exemple d'une liste de questions. Dans nombre de cas cette liste n'a rien d'évident et dépend de la théorie que l'individu a du phénomène étudié. Supposons que le problème soit d'estimer la demande qui sera adressée demain à une firme. L'individu dispose d'une liste (qu'il a établie lui-même ou qu'un économiste spécialisé lui a fournie) des variables déterminant la demande, et il a estimé une relation statistique ou plus intuitive entre les variables et la demande. Il va alors commencer par estimer la valeur future de ces variables, et il en déduira sa prévision de demande assortie d'un indicateur de la précision du calcul. La limite de cette démarche vient de l'imperfection ou même de l'inadéquation du modèle que l'individu utilise, qui ne répond qu'aux questions explicitement posées : les variables dont l'individu ignore la pertinence pour son problème ou même l'existence ne seront pas même examinées (« il ne sait pas ce qu'il ne sait pas »). Ainsi, dans cette vision forte de la rationalité limitée la façon de poser un problème fait partie du problème (« framing effect »).

Cette approche de la rationalité est, par exemple, au cœur des « théories des conventions » (*Revue économique*, 1989).

La modèles de rationalité des individus dans les théories coopératives de la firme qui seront présentés dans la partie II sont des modèles de rationalité limitée plutôt que de rationalité procédurale. Par ailleurs, si l'on reprend une distinction proposée par Laville (1998), ce sont des modèles de rationalité calculée plutôt que des modèles de rationalité systémique. Ainsi, dans cette typologie, ces modèles dotent les individus de capacités cognitives relativement élevées, puisqu'ils restent, la plupart du temps, capables d'optimisation.

(2) Les limites de la rationalité calculée ou le coût des activités cognitives

Cependant, l'objectif ultime de ces modèles est d'analyser la complexité, non pas de la décision individuelle, mais de la décision au sein d'un groupe. Ce n'est donc pas la procédure du choix individuel qui est examinée, mais la procédure du choix collectif. Par exemple, Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988) montre comment, au sein d'un groupe d'individu, le choix d'une procédure pour sélectionner des projets affecte le résultat collectif, alors même que chaque individu continue à évaluer les projets de la même manière. D'autre part, deux niveaux de rationalité peuvent implicitement coexister dans ces modèles : celui du travailleur de base, qui n'est parfois qu'un simple automate comme dans les théories du traitement de l'information et celui de l'entrepreneur qui sélectionne les structures organisationnelles en fonction de leur efficacité relative. Ce dernier est doté d'une rationalité qui est proche de la perfection.

Dans les modèles qui nous intéressent, les limites de la rationalité individuelle vont s'exprimer par des coûts liés aux activités cognitives : par la consommation de ressources (temps, matériels), par des délais (consommation de temps), par une

précision limitée (bruit), par des erreurs (biais). Par exemple, Geanakoplos et Milgrom (1991), proposent un modèle dans lequel les capacités de l'individu sont représentées par un vecteur. Chaque élément de celui-ci traduit l'efficacité de l'individu dans la réalisation d'une tâche particulière, la dimension du vecteur étant égale au nombre de tâches différentes. La qualité du résultat obtenu par l'individu dépend de son efficacité et du temps qu'il consacre à chaque type de tâche. Plus précisément ici, chaque tâche consiste en l'évaluation de la valeur d'une variable aléatoire, et la qualité du travail est la variance de l'estimateur. Cet aléa peut être par exemple le coût de production d'un atelier particulier, qui est incertain du fait d'incidents et de pannes potentielles. La rationalité limitée s'exprime donc ici à la fois par le temps consacré au calcul, et par l'imprécision de celui-ci. L'imprécision peut être renforcée par le délai, puisqu'entre le moment ou intervient l'observation et celui où est mise en œuvre l'action, l'état du monde aura changé, réduisant la pertinence du choix effectué.

Un premier type de tâches que l'individu effectue dans ces modèles est l'estimation d'une variable qui conditionne sa décision d'action efficiente. Dans la théorie des équipes (Marschak et Radner, 1972), l'individu dispose d'une certaine information, représentée par une partition sur l'ensemble des états du monde. Il sait (par l'observation d'un signal) à quel élément de cette partition appartient la réalisation de la variable qu'il veut estimer. L'imprécision de l'information est représentée par la finesse de la partition, et elle se traduit par un gain moindre du fait de décisions moins pertinentes.

Un deuxième type de tâches est le choix d'une option parmi un ensemble donné d'alternatives. L'individu peut par exemple avoir à sélectionner un projet d'investissement parmi plusieurs qui sont proposés : il doit donc comparer la rentabilité escomptée de tous ces projets pour ne garder que le meilleur (Bolton et

Dewatripont, 1994). Ou bien, le nombre des projets à retenir n'est pas donné a priori, et l'individu se fixe un certain seuil de rentabilité escomptée en deçà duquel il rejette tout projet (Sah et Stiglitz, 1985, 1986, 1988). Deux types de coûts sont là aussi impliqués par la rationalité limitée : d'une part les délais (il faut une certaine durée pour examiner un projet); d'autre part l'erreur (l'individu peut refuser des projets rentables, erreur statistique de type I, ou il peut accepter des projets non rentables, erreur de type II).

Enfin un troisième type de tâches consiste à additionner des données a priori dispersées, transmises par d'autres individus. Il peut s'agir par exemple de calculer la demande totale adressée à l'entreprise, en sommant les demandes locales recueillies par différentes personnes dans l'entreprise (Radner et Van Zandt, 1992). Durée et imprécision sont les coûts de cette opération qui, comme la précédente, consiste à agréger des données multiples pour en déduire une seule (ici : la somme, auparavant : le premier classé). Mathématiquement ces deux opérations sont similaires (associatives et donnant un seul résultat). Elles pourront donc être traitées dans un même cadre mathématique.

(3) Arbitrer entre la qualité et le coût de l'information

La limite de sa rationalité impose à l'individu un calcul auquel il n'est pas confronté dans les modèles à rationalité parfaite : il doit gérer au mieux les ressources qu'il consacre au traitement de l'information. Il arbitrera ainsi entre la qualité du traitement (précision de l'estimateur, probabilité de choix erroné, délai) et son coût (ressources allouées).

Un moyen privilégié pour réduire coût et délai est de traiter un nombre moins élevé de données, qu'il faut alors sélectionner de façon à perdre le moins d'information possible (cette question est traitée dans le cadre des statistiques par la

théorie de l'exhaustivité des estimateurs). L'individu peut par exemple choisir la partition des états du monde sur laquelle il fonde ses décisions. La finesse de cette partition représente la quantité de données dont il dispose. Il est inutile que cette partition discrimine des états qui entraînent la même décision. La partition la moins fine qui permette de discriminer tous les états entraînant des choix d'action différents est dite « payoff adequate » (une partition plus fine ne permettrait pas d'effectuer des décisions plus pertinentes). L'individu aura donc à choisir une structure suffisamment fine, mais pas trop. Il peut parfois être suffisant de savoir que le prix de tel bien ou la demande émanant de telle localité à augmenté ou diminué, sans connaître le pourcentage correspondant : l'individu opère alors une transformation de données a priori continues en données discrètes.

Une façon particulière de réduire la taille des données est de transformer des données cardinales en données ordinales. Dans les cas où la tâche à effectuer est de choisir la meilleure option dans un ensemble d'alternatives, il n'y a pas de perte d'information puisque seul l'ordre intervient dans la sélection. Par contre si le processus de choix implique plusieurs individus examinant chacun un sous-groupe de projets, alors le risque de sélection erronée devient élevé : il faut en effet dans ce cas comparer plusieurs possibilités sur lesquelles la seule information connue est qu'elles sont chacune la meilleure dans un certain sous-ensemble.

Une deuxième méthode de réduction consiste à traiter un échantillon et non la totalité des données. Prenons le cas d'une entreprise qui sert un certain nombre de points de vente et veut prévoir la demande totale qui va lui être adressée. Elle peut n'interroger qu'une fraction de ses représentants locaux et elle obtiendra alors un estimateur certes moins précis, mais sans biais si son échantillon est représentatif. Lorsque le problème n'est pas de sommer des données mais d'effectuer un choix parmi celles-ci, l'examen d'une partie seulement des données conduit à un biais : le

choix effectué ne sera pas optimal en général sur l'ensemble des alternatives, mais seulement sur le sous-ensemble des possibilités examinées. Le maximum obtenu est local et non global. L'individu dans ce cas est face à un problème de «recherche » (examen successif de chaque possibilité). La question pour lui est de savoir quand arrêter cette recherche. Différentes stratégies s'offrent à l'individu. Il peut remplacer le principe d'optimisation par celui de « satisficing » (Simon 1978), c'est-à-dire choisir la première possibilité rencontrée qui lui apporte un niveau d'utilité supérieur à un certain seuil fixé par avance. Alternativement, il peut comparer à chaque étape le gain supplémentaire espéré d'une poursuite de la recherche au coût supplémentaire qu'elle entraîne. Il peut dans ce cadre classer les différentes possibilités dans un ordre d'intérêt décroissant, établi selon son information *a priori*, et opérer sa recherche dans cet ordre : la recherche est alors partiellement optimisée.

La théorie évolutionniste (Nelson et Winter, 1982) souligne que la fixation de procédures pour gérer l'information (par exemple : constituer un échantillon), est coûteuse. Ainsi, ces choix initiaux se transforment bien souvent en routine : ce sont des solutions qui, une fois qu'elles ont été trouvées sont réutilisées de manière régulière par l'entreprise. Les individus peuvent donc accepter que ces routines s'avèrent à l'usage sous optimales. Ils ne les changeront que si les résultats qu'elles produisent sortent d'un certain domaine d'acceptabilité (elles produisent des résultats « vraiment trop mauvais ») : la coexistence des routines comme principe de comportement et du satisficing comme critère d'évaluation engendre une inertie des comportements individuels (remarquons que l'hypothèse de satisficing n'est pas nécessaire ici, elle ne fait que renforcer l'inertie due à la non recouvrabilité des coûts de mise en place d'une routine).

Cet accent sur les routines, ainsi que le rôle central donné à l'hypothèse de sélection dans la dynamique du tissu économique, conduit la théorie évolutionniste a

adopter une vision de la rationalité limitée assez éloignée de celle que nous venons de présenter. Elle s'enracine dans une analogie avec les modèles de sélection propres à la biologie. Hannan et Freeman (1989), qui participent au programme évolutionniste, parlent « d'écologie des organisations ». Dans les modèles évolutionnistes, les individus ont souvent des conduites rigides, dues à des capacités cognitives réduites à leur plus simple expression. Les ajustements organisationnels ne sont pas réalisés par des entrepreneurs « éclairés », acteurs du changement interne, mais par le système, au travers de l'éviction des firmes dotées de routines dépassées.

2. Travail en équipe, coordination des tâches et compétence organisationnelle

a) Rationalité limitée et avantages du travail en équipe

Dans ce cadre, le regroupement dans une même équipe apparaît comme un moyen pour les individus de dépasser les limites de leur rationalité[39] : plusieurs individus sont «plus rationnels" » qu'un seul individu. Le regroupement permet une répartition des tâches d'information et de décision entre les individus, qui est source de gains que nous allons examiner maintenant.

Un premier avantage de l'équipe par rapport à l'individu isolé est qu'elle permet de partager les tâches de collecte de l'information et de rationaliser cette collecte. La décision sera nourrie par une information plus adéquate que si elle était prise par un individu solitaire. Ceci est d'autant plus utile que le problème à traiter est complexe. Le chapitre III examine des modèles de théorie des équipes qui formalisent cette caractéristique du travail en équipe.

---

[39] Le marché, qui relie des entités a priori séparées, peut aussi permettre un tel dépassement

Outre le gain de précision que peut procurer le partage des tâches d'information au sein de l'équipe, celle-ci peut contribuer à maîtriser les erreurs propres à la décision individuelle lorsque les capacités cognitives sont limitée. Sah et Stiglitz (1985, 1986) parlent de faillibilité humaine et la famille de modèles qu'ils ont proposés sont exposés dans le chapitre IV.

L'équipe contribue aussi à renforcer la rapidité du traitement de l'information. L'individu isolé doit procéder séquentiellement, étape par étape. Dans une équipe, la répartition des tâches permet de travailler en parallèle, donc d'accomplir plusieurs tâches simultanément (une par individu) ce qui autorise une réduction du délai. Un processus de sélection dans une population pourra être découpé en choix partiels sur des sous-populations, que l'on agrège dans un second temps. Ainsi, organiser la décision au sein d'une équipe permet de maîtriser le temps. Cet avantage de l'équipe est exploré par les théories du traitement de l'information, dont certains modèles sont présentés dans le chapitre IV.

L'équipe permet ensuite de prendre en compte la diversité des tâches et celle des capacités individuelles. La répartition des tâches entre les individus va être adaptée à la distribution des capacités de chacun (Geanakoplos et Milgrom 1991), permettant à chaque individu dans la collectivité d'être plus efficace qu'il ne le serait isolément. Cette correspondance hommes/tâches constitue même l'essentiel de ce que Prescott et Visscher (1982) appellent le « capital organisationnel ». Elle n'est en effet pas évidente *a priori* et doit faire l'objet de recherches coûteuses pour la firme : des expériences visent à déterminer les capacités de chaque individu et les caractéristiques de chaque tâche qui sont a priori mal connues[40]. La connaissance et

[40] Lors des entretiens d'embauche ou d'évaluation c'est cette adéquation homme/poste qui est analysée plus que la valeur intrinsèque de l'individu.

la mise en œuvre de cette correspondance constitue un actif pour l'entreprise qui les possède, actif largement spécifique et donc non transférable. Le chapitre V introduit certains modèles traitant de la recherche de la meilleure allocation des hommes aux tâches.

Le regroupement dans une équipe permet de diviser le travail entre les membres. Une spécialisation plus étroite des individus les conduit à répéter plus fréquemment les mêmes tâches, dans lesquelles ils développent alors leur savoir-faire par un processus d'apprentissage. On retrouve là le fameux exemple de la manufacture d'épingles. Notons cependant qu'une spécialisation trop étroite peut dans certains cas nuire à l'efficacité collective en rendant plus difficile la communication et donc la coordination d'individus disposant d'informations et de compétences plus dissemblables, sans parler de la capacité d'adaptation du collectif à des changements même mineurs de tâches qui est alors réduite. Ceci pourrait venir expliquer le mouvement d'intégration des tâches et de la polyvalence qu'enregistrent les enquêtes statistiques. La prise en compte de la spécialisation traverse les différentes familles de modèle présentés dans la partie II.

b) L'organisation comme dispositif de coordination

Il est clair cependant que la rationalité limitée n'est pas le seul facteur, ni même en général le facteur principal, justifiant le regroupement des individus. Des facteurs techniques tels des rendements d'échelle croissants, des complémentarités ou des indivisibilités dans la production joueront souvent un rôle décisif, en favorisant ou même en imposant certains regroupements.

Plus généralement, les théories coopératives de la firme puisent dans le répertoire conceptuel des théories plus traditionnelles de la firme élaborée dans l'entre deux guerres ou dans les années 50 : Knight (1921), Barnard (1938), Penrose

(1959), sont des auteurs souvent cités. Ils ont en commun de décrire la firme comme une collection de ressources humaines et matérielles dont l'usage est organisé en fonction de spécificités techniques et à de décisions managériales. Penrose (1959) décrit la firme de la manière suivante :

> *« Thus, a firm is more than an administrative unit ; it is also a collection of productive resources the disposal of which between different uses and over time is determined by administrative decision. […] Strictly speaking, it is never* resources *themselves that are the 'inputs' in the production process, but only the* services *that the resources can render. […] The important distinction between resources and services is not their relative durability ; rather it lies in the fact that resources consist of a bundle of potential services and can, for the most part, be defined independently of their use, while services cannot be so defined, the very word 'service' implying a function, an activity. As we shall see, it is largely in this distinction that we find the source of the uniqueness of each individual firms » (pp. 24-25).*

Lorsque l'on se donne l'état général des connaissances sur le processus de production d'un bien donné, un nombre fini de découpage en séquences est envisageable. La division du travail productif en grandes catégories de tâche élémentaires est en partie limitée par le niveau général des connaissances. Inversement, une avancée dans le savoir technique peut venir mettre en cause les frontières qui séparent les séquences productives. Au tâches productives s'ajoutent d'autres tâches : les tâches de collecte et de traitement de l'information, les tâches de fourniture de services, les tâches de coordination et les tâches de supervision. Ces tâches sont moins fortement contraintes par le savoir technique que les tâches de production.

Si l'on reprend l'expression de Marschak (1986), le « design » ou l'architecture d'une organisation indique « qui fait quoi quand ». Organiser les activités productives signifie donc au premier chef déterminer le « qui fait quoi ». Une fois les

tâches élémentaires identifiées, il s'agit de regrouper les tâches élémentaires en poste de travail et éventuellement d'effectuer d'autres regroupements, en services, en départements, en directions, etc. Le degré de liberté de l'entrepreneur dans cette organisation est très grand, bien que limité par la taille des ressources dont il dispose (Penrose, 1959). Les modèles présentés dans les chapitre III et IV se penchent surtout sur l'organisation des tâches liées au système d'information de l'entreprise alors que le chapitre V regroupe des modèles qui s'intéressent à l'organisation des tâches directement liées à la production du bien ou du service offert par l'entreprise. Certains modèles sont à la recherche de critère de regroupement optimal des tâches au sein d'unités plus larges (Crémer, 1980 ; Camacho et Perski, 1988).

Le choix du « qui fait quoi » est générateur d'une hétérogénéité dans le travail qui est endogène à l'organisation (Valsecchi, 1992). Autrement dit, le choix d'un mode d'organisation affecte les caractéristiques des postes de travail offerts sur le marché. La dernière étape de ce choix est la sélection des travailleurs les mieux à même de pourvoir les postes offerts, étape sur laquelle se concentre le modèle de Prescott et Vissher (1980). La compréhension des fondements de la division du travail interne à l'entreprise est importante car elle peut fournir des fondements théoriques au côté « demande » des modèles d'appariement sur le marché du travail, côté moins bien étudié que le côté « offre » (Sattinger, 1993).

La rationalité limitée intervient dans les questions de « qui fait quoi » par le fait qu'elle rend jusqu'à un certain point plus efficient le contrôle et la coordination des activités par plusieurs individus que par un seul. Lorsque le travail est divisé entre plusieurs individus et lorsque le résultat de ce travail divisé est un produit unique, il est nécessaire de coordonner les activités productives, autrement dit, de fixer le « quand » « qui fait quoi ». Cette coordination s'appuie sur le système d'information de l'entreprise, ou le travail est, là aussi divisé. Les familles de modèle présentés

dans les chapitre III et IV cherchent tous à formaliser la manière dont cette coordination des activités productives a lieu. Elles opposent la plupart du temps deux modes de coordination : la coordination verticale et la coordination horizontale.

La coordination verticale est la coordination hiérarchique traditionnelle, la seule dont rende compte les théories conflictuelles de la firme. Schématiquement le responsable hiérarchique recueille de l'information sur la base de laquelle il établit un plan de production qu'il transmet sous forme d'ordres et de consignes à des exécutants. La pyramide hiérarchique qui se trouve entre le décideur et les exécutants a pour fonction soit de collecter l'information permettant d'établir le plan de production, soit de transmettre les ordres et les consignes et de superviser leur bonne application. La coordination horizontale est en rupture avec le schéma hiérarchique : la décision ne se prend pas en un lieu qui concentre l'autorité, mais elle se prend dans les lieux les plus proches de l'information utile à la décision.

Les notions de centralisation et de décentralisation sont associés aux notions de coordination verticale et horizontale. Mais cette association ne se fait pas sans polysémie, comme nous allons le voir en explorant les modèles. Par exemple, dans les théories de la hiérarchie, le passage d'une pyramide à un échelon hiérarchique (supervision directe) à une pyramide à deux niveaux hiérarchiques est assimilée à une décentralisation : le centre délègue une partie de son pouvoir de supervision. En revanche, dans le discours managérial actuel sur les nouvelles formes d'organisation, c'est la suppression de niveaux hiérarchiques qui est associé à la notion de décentralisation.

Milgrom et Roberts (1992) proposent comme archétype de l'organisation l'équipe d'aviron, dans laquelle le barreur scande la cadence à laquelle chacun doit ramer : la coordination est ici clairement verticale. Elle se justifie par le fait qu'une

liberté laissée à chacun de ramer à son rythme, laissant la synchronisation émerger spontanément par un tâtonnement décentralisé, entraînerait des délais trop longs. Un exemple alternatif, l'équipe de football, délivre un message assez différent quant à la coordination dans une organisation. Le capitaine a certes une certaine prise sur la stratégie suivie mais il n'a que peu de poids sur les choix qu'effectue un joueur à un instant donné : la coordination sur le terrain est donc ici principalement horizontale, chaque joueur constituant une unité de décision. Le débat entre organisation et marché s'est principalement centré sur l'opposition hiérarchie (assimilée à organisation, par exemple l'équipe d'aviron) contre marché (Williamson 1975). La prise en compte de formes de coordination horizontales en dehors du marché devrait sensiblement modifier les termes du débat (Aoki 1992), puisque alors certains des avantages qu'offre le marché (meilleure prise en compte de l'information locale notamment) peuvent être également le fait de certaines architectures organisationnelles.

Dans les théories coopératives, la firme apparaît comme un dispositif de coordination. Ceci est particulièrement évident dans la théorie des équipes et dans la théorie du traitement de l'information présentées dans les chapitres III et IV. Cette définition de la firme est aussi celle de l'économie des conventions. En effet, elle décrit la firme comme un dispositif de coordination alternatif au marché où les agents, qui se sont mis d'accord sur une convention constitutive (un cadre commun d'action), agissent en fonction de critères de décisions qui leur sont propres. Ils développent des relations qui s'appuient sur des formes d'accord (conventions) produites dans le but de permettre une coordination[41]. Ces conventions définissent à

[41] En ce sens, si les modèles que nous allons présenter dans la partie II sont proches des «théories de la contingence structurelle » en sociologie, les théories des conventions est plus proche des « approches constructivistes ».

la fois le mode de gestion interne de l'entreprise et les modalités de la concurrence sur les marchés des produits. Eymard-Duvernay (1990) donne l'exemple de deux conventions communes à de nombreuses entreprises : la durabilité de l'intégration des ressources à l'entreprise et l'existence de normes de production. La première est une condition préalable à l'existence de l'entreprise : une partie des agents au moins doit anticiper son intégration durable à l'entreprise pour qu'une coopération puisse se mettre en place. Les secondes permettent de coordonner les facteurs de production grâce à une référence collective et d'évaluer les contributions de chacun. Le repérage de certaines conventions de base permet de rendre compte de la variété des organisations et de dresser des typologies d'entreprise que nous avons évoqué dans le chapitre I (Boltanski et Thévenot, 1987 ; Salais et Storper, 1994).

L'économie des conventions a néanmoins un point d'entrée différent du notre, et qui se situe en « amont » de celui-ci. Nous examinons les modèles ou la coopération est donnée par hypothèse et ou l'on s'intéresse à la manière dont la coordination entre individus ou groupes d'individus se passe. L'économie des conventions s'intéresse à la manière dont la coopération est construite. Elle privilégie l'analyse des accords sur lesquels les relations interindividuelles reposent. La démarche méthodologique de l'économie des conventions est aussi liée à la conception procédurale de la rationalité qu'elle adopte, qui ne la pousse pas envisager des formalisations théoriques du type de celles sur lesquelles nous avons choisi de nous pencher. Les deux démarches nous semble cependant très complémentaires dans leur soucis d'analyse économique de l'organisation interne des entreprises.

c) L'organisation comme dispositif cognitif

La coordination des activités productives passe par la communication. Par exemple les ateliers d'une même entreprise sont dans des relations client / fournisseur : un même bien final est issu d'une multiplicité d'opérations effectuées dans des lieux différents, par des unités différentes. Chacune doit connaître ses partenaires, leurs besoins précis en qualité et en quantité, et tout incident dans une des unités appelle une adaptation des opérations dans d'autres unités. La coordination peut concerner le calendrier des opérations, leur allocation entre les unités, ou plus généralement le contenu des choix effectués. Dans tous les cas des choix complémentaires doivent être effectués sur la base d'informations a priori dissemblables. La coordination passe par la communication : communication de données concernant l'état du monde ou de consignes concernant les actions à entreprendre.

De même qu'elle affecte la capacité de traitement de l'information, la rationalité limitée affecte la communication entre les agents, qui est donc coûteuse et imparfaite. En plus d'une capacité de compréhension limitée propre à l'individu, la communication ajoute des problèmes spécifiques : il s'agit de mettre en relation deux rationalités limitées à l'aide d'un langage imparfait. Le langage, tous les langages, sont marqués par une certaine ambiguïté (March, 1978) due à leur incomplétude. Un même signe peut prêter à des interprétations différentes par plusieurs agents. Le vocabulaire correspond à une partition sur l'ensemble des objets existants, telle que chaque mot désigne des objets différents de certains points de vue mais qui peuvent être semblables d'autres points de vue. De plus, il n'est pas toujours facile de trouver les signes les plus adéquats pour exprimer une information : cette opération, la codification, a un coût propre. Les difficultés qu'elle présente sont bien illustrées par les problèmes de traduction de textes d'un langage dans un autre, qui font ressortir les ambiguïtés spécifiques à chacun, ouvrant la porte à des non-sens et des contresens.

La codification est un préalable à la communication. Elle désigne le passage du langage propre à l'agent émetteur au langage commun aux agents impliqués si ces deux langages sont distincts. La communication n'est possible que si un savoir commun (« common knowledge ») concernant le code utilisé existe au sein de l'entreprise (Arrow, 1974 ; Crémer, 1990 et 1993 ; Geanakoplos, 1992). D'une certaine façon, la mise en place du code (invention et diffusion) représente un coût fixe et largement irréversible pour la firme, qui devra opérer un arbitrage entre richesse du code et longueur ou fréquence des messages. Un code sophistiqué désigne une partition fine du monde, à l'aide d'un grand nombre de mots dont chacun correspond à l'un des sous-ensembles de la partition. C'est la définition que donnent Keren et Levhari (1989) de la puissance d'un langage. Un tel code permet des messages plus courts pour une précision donnée puisque chaque mot est porteur d'un sens très précis. « mettez en place le plan X » est un message plus court que : « contrôlez le niveau d'huile du troisième moteur, puis etc. ». Il exige un temps de transmission plus bref, donc une mise en œuvre plus rapide, mais il est nécessaire que le plan en question ait été défini au préalable et communiqué aux agents concernés, ainsi vraisemblablement que d'autres plans dont beaucoup ne seront finalement pas utilisés. Les organisations qui doivent agir très rapidement, de façon étroitement coordonnée (avec le moins possible d'ambiguïté) et dans des situations dans lesquelles la communication est difficile mettront donc en place des codes sophistiqués et coûteux. C'est par exemple le cas de l'armée, qui doit coordonner très précisément des unités entre lesquelles les conditions du champ de bataille rendent impossible ou indésirable la communication. Ce problème rejoint la «coordination par standardisation des qualifications » de Mintzberg (1981) : grâce à leur formation commune, une équipe de chirurgiens possède un savoir commun si grand, que chacun peut anticiper ce que l'autre va faire, réduisant l'échange d'information nécessaire durant l'opération.

La communication a des coûts indirects car elle est source de bruit et d'imprécision. Une consigne se diluera, se brouillera, en parcourant les échelons d'une hiérarchie. De plus elle exige du temps, lequel réduit la pertinence des choix au moment de leur mise en œuvre. Et elle exige des ressources : équipements et travail. On a vu que le coût direct d'un échange peut être réduit, pour la transmission d'une quantité d'information donnée, en utilisant un code plus sophistiqué. De plus, le coût total de la communication, de même que celui du traitement de l'information, peut être réduit en restreignant la quantité d'information transmise. L'agent pourra communiquer une observation tirée d'une partition des états du monde plus grossière que celle qu'il utilise lui-même (il pourra dire : « les ventes vont augmenter », au lieu de : « les ventes vont varier de +2,7% »). Cela revient à appauvrir et à raccourcir le message. Cependant Radner et Van Zandt (1992) montrent que dans certains cas la longueur d'un message, qui détermine ici le coût de la communication, peut ne pas varier avec la quantité d'information qu'il contient. Ainsi dans les processus de tri, désigner le meilleur choix parmi un grand nombre d'alternatives n'est *a priori* pas plus coûteux (n'exige pas un message plus long) que de le faire parmi un petit nombre, alors même que ce message résume plus d'information. Il y a dans ce cas une non-convexité dans l'activité de communication (un échange présente un coût fixe). Il est clair cependant que l'ensemble des raisonnements précédents, s'appuyant sur la notion de « quantité d'information », sont fragilisés par l'absence d'une définition générale de cette notion : chaque modèle en a une définition, souvent implicite, particulière et difficilement comparable à celle utilisée dans d'autres modèles.

Ainsi, la communication, bien que coûteuse, permet la coordination. Elle présente un autre avantage pour l'équipe de production : elle donne lieu à un partage des savoirs et des compétences. Chaque individu a des connaissances, issues de

l'éducation ou de l'apprentissage, qui lui sont propres mais qui peuvent être utiles à d'autres individus dans l'accomplissement de leurs tâches. Or ce savoir, comme l'indique Marglin (1984) a un caractère de bien public : c'est un bien immatériel qui peut donc être utilisé simultanément et sans coût supplémentaire par plusieurs individus. Dans le cadre d'une équipe, chaque individu aura intérêt à faire bénéficier les autres de ses compétences par la communication.

L'organisation est alors non seulement un lieu d'allocation efficiente des compétences aux tâches, mais aussi un lieu de partage des compétences. Ce savoir commun constitue bien un élargissement du savoir, de la rationalité de chaque individu, et c'est un bien public local. Une approche similaire est retenue par Bikhchandani et al. (1992) : un individu peut juger une information sur l'état du monde qui lui est transmise par d'autres individus plus fiable que celle qui résulte de sa propre observation, et il peut même substituer la réception d'information à l'observation directe si celle-ci est coûteuse. Chaque individu devient alors dépendant de certains ou de tous les autres dans ses choix. C'est ainsi que peuvent émerger des comportements collectifs.

Outre sa nature de dispositif de coordination, l'entreprise est donc aussi un dispositif cognitif ou se construit un savoir commun sur les activités productives. Ces deux visions de la firme se complètent : le savoir collectif local sur la production, qui augmente les compétences de ceux qui y prennent part, s'appuie sur la communication nécessaire aux activités de coordination. Ce savoir s'accumule dans les activités de coordination, et la manière dont la coordination de la production est organisée aura une influence sur le contenu de ce savoir et sur son mode d'incorporation. Un mode de coordination hiérarchique entraîne la concentration de ce savoir (et du pouvoir) dans les esprits d'un petit nombre, responsables de la conception du processus productif, et son incorporation dans des règles, des normes,

des codes, des machines. Une coordination de ce type n'empêche pas les exécutants de ce forger leur propre savoir, mais celui-ci prend la forme d'un «produit fatal» pour les responsables hiérarchique : fatal parce que c'est un produit joint des activités concrètes de production et parce qu'il donne du pouvoir aux travailleurs directs. Un mode de coordination horizontal, en revanche, cherche à tirer partie de ce produit fatal et à stimuler sa production afin d'accroître l'efficience productive. Le savoir collectif devient intelligible à un plus grand nombre qui partagent les codes et prennent par à un réseau de communication élargi. Dans le chapitre V, nous allons proposer deux modèles qui s'appuient sur cette idée de construction collective d'un savoir productif.

Peu de modèles économiques adoptent ce point de vue de la firme comme dispositif cognitif. Cette approche est néanmoins au cœur de la vision de l'entreprise développée par une partie du courant évolutionniste. Eliasson (1990) propose de définir l'entreprise comme une équipe compétente («competent team»). L'équipe à laquelle il fait référence est l'équipe de direction de l'entreprise («top competent team»). Cette équipe possède un savoir collectif local, de nature tacite, en ce sens qu'il ne peut être communiqué aux concurrents de l'entreprise, car ils ne comprennent pas le code qui permet de le déchiffrer. Il accroît la productivité de l'entreprise et justifie le statut de «residual claimant» de l'équipe de direction[42]. Il décrit ensuite comment le travail de décision est divisé au sein de l'entreprise entre différent niveaux en s'appuyant sur des études de cas portant sur des grandes entreprises suédoises :

---

[42] Dans une note de bas de page, Eliasson indique les auteurs qui lui ont inspiré cette vision de l'entreprise. Il évoque Simon (1955), Marshak et Radner (1992), Alchian et Demsetz (1992) et Penrose (1959).

> *« Decisions related to the entire firm are typically separately organized (very much as shown in fig. 1) ; the* strategic level *in charge of orientation, reorganization and the hiring of talent , the* control level *coordinating existing unit (divisional) activities and the* local rationalization level *in charge of performance upgrading of existing activities. Each draws on different bodies of tacit knowledge » p. 278*

La figure 1 à laquelle la citation fait référence est reproduite dans le tableau 2.3. L'idéal type d'entreprise hiérarchique décrite dans ce tableau ressemble beaucoup à une firme multidivisionnelle. Eliasson montre comment une compétence collective se construit au sein de la firme à partir de compétences individuelles spécifiques à chaque niveau de décision (colonne de droite du tableau) . Il souligne que l'articulation des décisions organisationnelles prise par le niveau stratégique de l'entreprise avec les décisions intermédiaires prises par les responsables intermédiaires (« middle management ») est un problème central de l'organisation des grandes entreprises : tout comme la production matérielle doit être coordonnée à un niveau local, la construction de la compétence organisationnelle doit être coordonnée par l'équipe de direction.

[Insérer tableau 2.3]

Eliasson inspire le courant suédois des théories évolutionnistes. Ce courant propose une définition de l'entreprise comme ensemble de compétences spécifiques (« set of capabilities », Langlois et Foss, 1997). Cette orientation est aussi fortement présente dans les travaux de Nelson et Winter (Nelson et Winter, 1982, chapitres 4 et 5 ; Nelson, 1991) ainsi que dans d'autres travaux évolutionnistes (Dosi et Marengo, 1994 ; Teece et Pisano, 1994) qui insistent sur la compétence organisationnelle (« competence », « dynamic capabilities »).

Cependant, les théories évolutionnistes se différencient de l'approche que nous souhaitons suivre de par le niveau d'analyse où elles se situent. En effet, nous avons déjà indiqué que ces théories adoptaient une définition systémique de la rationalité limitée qui les conduit, non pas à situer leur niveau d'analyse dans la firme mais un cran au-dessus : la firme elle-même est entité douée de rationalité limitée. La représentation de l'organisation qui se dégage de ces théories en est donc affectée. Elle est d'emblée décrite comme un ensemble de routines (Nelson et Winter, 1982) qui sont « des modèles d'interaction qui constituent des solutions efficaces à des problèmes particuliers » (Dosi, Teece et Winter, 1990). Elles véhiculent une connaissance, notamment un savoir-produire, en partie tacite et engendré par un processus d'apprentissage organisationnel. Ces routines constituent un capital spécifique de la firme et représentent un investissement, source d'irréversibilités, qui conditionne son comportement futur et sa trajectoire dans le temps.

La théorie évolutionniste ne décrit donc pas explicitement le passage de l'individuel au collectif. Ce choix est lié à ce que cette théorie cherche avant tout à rendre compte de la dynamique du tissu économique. C'est un des défauts des théories que nous allons examiner, que de ne permettre le passage à la dynamique que sous la forme de la statique comparative. Ce défaut est aussi celui qui est reproché aux théories de la contingence structurelle et qui explique en partie son abandon par nombre de sociologues, avant tout intéressés à résoudre les questions liées au changement social. Néanmoins, en économie plus qu'en sociologie, la construction de modèles formalisés servant de petites maquettes du comportement des entités économiques est une étape importante, et les évolutionnistes eux-mêmes reconnaissent que les outils forgés par les modèles que nous allons examiner pourront se révéler utiles. Ainsi, Langlois et Foss (1997) écrivent au sujet des travaux de théorie des équipes et de théorie du traitement de l'information :

> *« We conjecture that this work will become increasingly important as a first step towards the formalization of capabilities ideas ». (p. 27)*

De même Nelson (1995) fait référence au caractère prometteur de la théorie des complémentarités productives, qui sera présentée dans le chapitre V, pour rendre compte des relations de complémentarité reliant les différents domaines de compétence à partir desquels la firme construit le savoir collectif qui la caractérise individuellement. Cet assemblage de compétences complémentaires est la réponse évolutionniste à la question de Leibenstein (1966) sur l'identité du facteur X qui génère une forte hétérogénéité dans la distribution de la performance des firmes, à ressources données.

Tableau 2.1 : ILO Productivity Mission Results

Factory or Operation	Method*	Increase in Labor Productivity %	Impact on the Firm – Unit Cost Reduction (%)	
			Labor Savings	Capital Savings #
India				
Seven textile mills	n.a.	5 to 250	5-71	5-71
Engineering firms				
All operations	F, B	102	50	50
One operation	F	385	79	79
One operation	F	500	83	83
Burma				
Molding railroad brake shoes	A, F, B	100	50	50
Smithy	A	40	29	29
Chair assembly	A, B	100	50	50
Match manufacture	A, F	24	19	--
Indonesia				
Knitting	A, B	15	13	--
Radio assembly	A, F	40	29	29
Printing	A, F	30	23	--
Enamel ware	F	30	23	--
Malaya				
Furniture	A, D	10	9	9
Engineering workshop	A, D	10	9	9
Pottery	A, B	20	17	17
Thailand				
Locomotive maintenance	A, F	44	33	31
Saucepan polishing	E, D	50	9	--
Saucepan assembly	B, F	42	37	--
Cigarettes	A, B	5	29	--
Pakistan				
Textile plant	C, H, G			
Weaving		50	33	33
Weaving		10	9	9
Bleaching		59	37	37
Weaving		141	29	29
Israel				
Locomotive repair	F, B, G	30	23	23
Diamond cutting and	C, B, G	45	31	–
polishing	F, B, G	75	43	43
Refrigerator assembly	F	91	47	--
Orange picking				

* A = plant layout reorganized
B= machine utilization and flow
C= simple technical alterations
D= materials handling
E= waste control
F= work method
G= payment by results
H= workers training and supervision

#Limited to plant and equipment, excluding increased depreciation costs.

Source : Kilby (1962, p. 305), cité par Leibenstein (1966, p. 400)

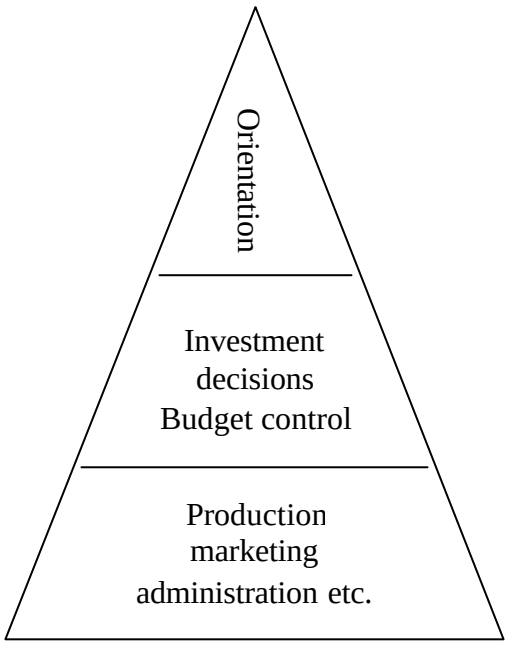
Tableau 2.2 : Summary of Assembly Plant Characteristics, Volume Producers, 1989

	Japanese in Japan	Japanese in North America	American in North America	All Europe
Performance				
Productivity (hours/vehicle)	16.8	21.2	25.1	36.2
Quality (assembly defects/100 vehicles)	60.0	65.0	82.3	97.0
Layouts				
Space (square feet/vehicle/year)	5.7	9.1	7.8	7.8
Size of repair area (as % of assembly space)	4.1	4.9	12.9	14.4
Inventories (days for 8 sample parts)	0.2	1.6	2.9	2.0
Work Force				
% of Work Force in Teams	69.3	71.3	17.3	0.6
Job rotation (0=none, 4=frequent)	3.0	2.7	0.9	1.9
Suggestions/Employee	61.6	1.4	0.4	0.4
Number of Job Classes	11.9	8.7	67.1	14.8
Training of New Production Workers (hours)	380.3	370.0	46.4	173.3
Absenteeism	5.0	4.8	11.7	12.1
Automation				
Welding (% of direct steps)	86.2	85.0	76.2	76.6
Painting (% of direct steps)	54.6	40.7	33.6	38.2
Assembly (% of direct steps)	1.7	1.1	1.2	3.1

(Averages for Plants in each Region)

Source : IMVP World Assembly Plant Survey, 1989, and J. D. Power Initial Quality Survey, 1989, cité par Womack, Jones et Roos (1990), p.92.

Tableau 2.3 : Levels of decision making within a business organization



Type of decision **(affecting)**	**Taken by and where**	**Answers question**	**Competence creation**
Strategic selection (structure)	Top competent team CEO Board owners	What ?	**Selection** Varied career Experience
Control (coordination)	CHQ staff	In which order ?	**Education** College and University
Operational (rationalization)	Locally	How?	**Training** Vocational

Source : Eliasson (1990, p. 278)

ANNEXE I.1 : L'ENQUETE « CHANGEMENT ORGANISATIONNEL » DANS LA PRODUCTION

I LES DIFFERENTES ETAPES DE L'ENQUETE

1- L'histoire de l'enquête

L'enquête sur les changements organisationnels dans la production a été réalisée en 1993 par le SESSI en collaboration avec l'INSEE.

En 1991, le SESSI avait réalisé une enquête sur l'innovation technologique couvrant les entreprises industrielles de plus de 50 salariés de manière exhaustive. Cette enquête était le fruit d'un intérêt croissant porté par la recherche et les organismes internationaux sur la dynamique technologique de l'entreprise. Des « manuels » étaient nés à cette occasion, proposant des standards internationaux pour les enquêtes sur les activités de R&D (Frascati) et sur l'innovation (Oslo). L'ensemble de ces réflexions s'inscrivait dans un débat autour du ralentissement de la croissance (programme TEP de l'OCDE ; OCDE, 1991).

Ces thèmes étaient encouragés par le Directeur Général de l'INSEE d'alors, Jean-Claude Milleron, et une petite équipe au sein du Département des Etudes Economiques d'ensemble, alors dirigé par Michel Glaude avait lancé un programme d'études transversales sur la croissance endogène et la compétitivité hors prix (Amable et Guellec, 1992, Guellec (Dir.) 1993). C'est à cette époque que j'arrivais à l'INSEE pour prendre un poste dans la Division des Etudes Economiques, dont Pierre Joly était responsable, avec pour projet de développer des études empiriques sur les effets économiques des changements dans l'organisation du travail.

Cette division a été assez largement utilisatrice de l'enquête innovation de 1991. Avec Dominique Guellec, nous l'avions mobilisée pour une étude financée par le Commissariat Général du Plan pour la commission «Compétitivité » du XIe plan, présidée par Jean Gandois (Greenan, Guellec, Broussaudier et Miotti, 1993 ; Greenan et Guellec, 1994b, 1994c). Dès lors, nous avons été sollicités par Jean-Paul François du SESSI pour participer à la conception des « filles » de l'enquête innovation qui devaient être réalisées en 1993.

L'enquête innovation allait être répétée avec un questionnaire aux standards internationaux. C'est Stéphane L'Huillery, alors en poste au Ministère de la Recherche et de la Technologie qui en devint responsable, y insérant un ensemble de questions sur les accords de licence. Dominique Guellec avait, lors de la mise en place d'un colloque international sur l'innovation technologique, développé des contacts avec un groupe de chercheurs anglo-saxon dont faisaient partie Richard Nelson et Keith Pavitt. Ces chercheurs discutaient la seconde version d'un questionnaire consacré au comportement de dépôt de brevet des entreprises, appelé l'enquête de Yale II. Il fut décidé qu'une seconde enquête porterait sur l'appropriation technologique et elle fut confiée à Isabelle Kabla qui venait juste d'arriver dans la Division des Etudes Economiques. Une troisième enquête, sur les changements organisationnels fut proposée au SESSI afin de creuser les questions sur l'innovation organisationnelle de l'enquête innovation de 1991.

Je pris en charge cette enquête qui devint l'enquête « changement organisationnel ». Dominique Guellec m'apporta son appui dans la phase de conception ainsi que Vincent Mangematin qui lui aussi venait d'arriver dans la division. D'emblée, le SESSI avait fixé un ensemble de contraintes. L'enquête serait postale, elle ne devait pas dépasser un recto /verso et il fallait coordonner notre échantillon avec celui des enquêtes «appropriation » et «innovation » afin que les

entreprises de moins de 1000 salariés n'aient pas à répondre aux trois questionnaires à la fois.

2- La conception du questionnaire

Un comité de pilotage fut réuni pour discuter des différentes versions du questionnaire. Sa composition est donnée dans l'encadré A1-1. Outre notre petite équipe de l'INSEE associée avec des membres du SESSI, le groupe de pilotage était essentiellement composé d'économistes et de gestionnaires. Michel Gollac faisait exception car plus proche de la sociologie. Nous avions développé des contacts avec lui en utilisant l'enquête TOTTO 1987 (voir annexe I.2) dont il avait animé la réalisation. En outre, cette enquête devait être répétée en 1993. Le groupe fut lancé au début de l'hiver 1992 et une première version du questionnaire devait être prête pour la fin du mois de février afin de mener une série de tests en entreprise dans le courant du mois de mars.

Lors des tests, les membres volontaires du groupe de pilotage étaient binômés avec un responsable de branche de l'antenne de Caen du SESSI. Les trois questionnaires étaient testés au cours d'un même entretien. L'encadré A1-2 reprend le guide qui a servi à orienter les entretiens pour l'enquête « changement organisationnel » et l'encadré A1-3 reprend les comptes-rendus de deux entretiens réalisés dans le secteur de la chimie. Le questionnaire définitif fut tranché à l'issue de deux réunions, une interne au SESSI où les contenus des trois enquêtes furent discutés, et une autre réunissant le groupe de pilotage « organisation ». Le questionnaire définitif est présenté dans la section II, avec le codage associé à chacune des réponses.

Les réorganisations visées concernent la période 1988-1993. La plupart de l'information recueillie porte sur l'existence de changements ayant marqué la vie de l'entreprise. Cet accent sur le changement plutôt que sur l'état de l'organisation est volontaire. Il découle de l'idée que la perception de l'existence d'une variation (l'entreprise a-t-elle baissé ses niveaux hiérarchiques ? par exemple) est plus immédiate que la mesure d'un état (combien l'entreprise a-t-elle de niveaux hiérarchiques ?). Ce point a été très largement discuté au sein du groupe de pilotage.

Pour les entreprises marquées par une grande diversité interne (notamment les entreprises pluriétablissement), il était demandé au répondant de se caler sur le mode de production « dominant » dans l'entreprise. Afin de recueillir une information fiable, c'est le directeur de la production qui a été sollicité pour fournir des informations sur l'évolution de l'organisation de la production dans son entreprise, mais de fait, c'est souvent le directeur financier ou le chef d'entreprise qui a répondu au questionnaire.

Les réorganisations sont décrites par leurs objectifs et leurs résultats, leur impact sur la division du travail et des responsabilités au sein des ateliers, leur impact sur les compétences requises et la formation, l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux dispositifs de gestion, leur impact sur les liens entre la production, les autres services et l'extérieur de l'entreprise, les modalités de leur introduction et les contreparties associées.

3- Le déroulement de l'enquête

Dans le secteur manufacturier, c'est la totalité des entreprises de plus de 1000 salariés qui ont été interrogées, une entreprise sur deux dans la tranche des 500 à 1000 et une entreprise sur trois dans la tranche des 50 à 500. Ainsi, les entreprises de

plus 1000 salariés ont reçus les trois questionnaires « innovation », « appropriation » et « organisation », aiguillés vers des interlocuteurs différents dans l'entreprise, les entreprises de 500 à 1000 salariés ont reçu deux des trois questionnaires et les entreprises de 20 à 500 n'en ont reçu qu'un.

Au total, le questionnaire «changement organisationnel » a été adressé par voix postale à un échantillon de 2800 entreprises industrielles de plus de 50 salariés. Le premier envoi a été réalisé à la fin du mois de mai 1993. Deux relances postales ont suivi, la première en juillet et la seconde en septembre. Enfin, au mois d'octobre, 150 entreprises de plus de 1000 salariés ont été relancées par téléphone car les taux de réponse se sont avérés plus faibles dans cette tranche de taille.

Suite aux relances postales et téléphoniques et après avoir exclu les secteurs « extraction de produits énergétiques », « cokéfaction, raffinage, industries nucléaires » et «production et distribution d'électricité, gaz et eau » dans lesquels le questionnaire s'est avéré inadapté, 1824 questionnaires étaient exploitables. Le taux de réponse s'élève donc à 75%. Nous allons revenir, dans la section III sur les premiers traitements qui permettent d'aboutir à ces chiffres.

II LE QUESTIONNAIRE DEFINITIF

1 - Votre entreprise a-t-elle procédé à des changements organisationnels dans la production durant les cinq dernières années ?

Q1	non	(3)	un peu	(2)	beaucoup	(1)

Si vous avez répondu NON à la question 1, remplissez uniquement les questions 4, 5, 6, 7 et 12.

2 - Ces réorganisations concernent principalement (cochez une seule case)

Q2	certains ateliers	(3)	certains établissements	(2)	toute l'entreprise	(1)

3 - Ces réorganisations ont pour objectifs		oui	non
Q31	de s'adapter à un changement de procédés de production	(1)	(2)
Q32	de s'adapter à une réduction d'effectifs	(1)	(2)
Q33	de s'adapter à une restructuration (fusion, absorption, etc)	(1)	(2)
Q34	d'accroître la différenciation ou le rythme de renouvellement des produits	(1)	(2)
Q35	d'accroître la qualité	(1)	(2)
Q36	d'accroître la durée d'utilisation des équipements	(1)	(2)
Q37	de réduire les stocks	(1)	(2)
Q38	de réduire les délais entre commande et livraison	(1)	(2)

4 - Caractérisez votre mode de production DOMINANT après réorganisations, dans les unités concernées, selon chacune des quatre dimensions suivantes (cocher une case par ligne):

Q41	Longueur des séries	unité	(3)	petite série	(2)	grande série	(1)
Q42	Techniques de production	machines séparées	(3)	chaîne	(2)	flux continu	(1)
Q43	Production	par projet	(3)	à la commande	(2)	sur stocks	(1)
Q44	MOCN ou robots	aucun	(3)	non liés	(2)	liés	(1)

5 - Sur les cinq dernières années, avez-vous introduit ?		oui	non
Q51	la conception et fabrication assistées par ordinateur	(1)	(2)
Q52	la gestion de la production assistée par ordinateur	(1)	(2)
Q53	la gestion de la maintenance assistée par ordinateur	(1)	(2)
Q54	la gestion des stocks assistée par ordinateur	(1)	(2)

6 - Avant et après les réorganisations qui est habilité (réponses multiples possibles) ?

ACTIONS	AVANT				APRES			
		hiérarchie	opérateur	spécialiste		hiérarchie	opérateur	spécialiste
à contrôler								
la qualité des approvisionnements	**Q611A**	1/0	2/0	4/0	**Q611P**	1/0	2/0	4/0
la qualité des produits	**Q612A**	1/0	2/0	4/0	**Q612P**	1/0	2/0	4/0
à effectuer								
la maintenance courante	**Q621A**	1/0	2/0	4/0	**Q621P**	1/0	2/0	4/0
la répartition des tâches entre opérateurs	**Q622A**	1/0	2/0	4/0	**Q622P**	1/0	2/0	4/0
à participer								
à des améliorations techniques	**Q631A**	1/0	2/0	4/0	**Q631P**	1/0	2/0	4/0
en cas d'incident, à								
arrêter la production	**Q641A**	1/0	2/0	4/0	**Q641P**	1/0	2/0	4/0
effectuer les réparations courantes	**Q642A**	1/0	2/0	4/0	**Q642P**	1/0	2/0	4/0
relancer la production	**Q643A**	1/0	2/0	4/0	**Q643P**	1/0	2/0	4/0

Codage : la variable Q611A prend une valeur égale à la somme des valeurs prises par les trois cellules correspondant à « hiérarchie », « opérateur » et « spécialiste », soit 0 si la case n'est pas cochée, 1, 2 ou 4 sinon.

7 - Avant et après les réorganisations : nombre d'équipes dans les unités concernées (cocher une seule case avant et après)							
Q7AV AVANT				Q7AP APRES			
une	2X8	3X8	4X8 et plus	une	2X8	3X8	4X8 et plus
(4)	(3)	(2)	(1)	(4)	(3)	(2)	(1)

8 - Dans les ateliers, les réorganisations ont-elles été accompagnées par ?		oui	non
Q81	l'adoption ou l'extension des horaires flexibles	(1)	(2)
Q82	une modulation du temps de travail (sur le mois ou sur l'année)	(1)	(2)
Q83	la création de groupes de travail (cercles de qualité, groupe d'analyse de la valeur etc.)	(1)	(2)
Q84	un accroissement de la spécialisation	(1)	(2)
Q85	un accroissement de la polyvalence	(1)	(2)
Q86	la mise en place d'équipes de travail autonomes	(1)	(2)

9 - Les réorganisations ont-elles ?		oui	non
Q91	été introduites en concertation avec les représentants du personnel (DP, CE, syndicat)	(1)	(2)
Q92	été introduites en concertation directe avec les salariés	(1)	(2)
Q93	été réalisées avec l'appui d'un groupe de projet	(1)	(2)
Q94	donné lieu à une généralisation, suite à une expérimentation locale	(1)	(2)
Q95	donné lieu à un accord formel avec les représentants du personnel	(1)	(2)
Q96	donné lieu à des avantages salariaux (y compris un accord d'intéressement)	(1)	(2)
Q97	donné lieu à des changements de la grille des qualifications	(1)	(2)
Q98	donné lieu à une baisse de la durée du travail (sans baisse de rémunération)	(1)	(2)

10 - Y a-t-il eu un accroissement des compétences requises ?		oui	non
Q101	des ouvriers	(1)	(2)
Q102	des techniciens et agents de maîtrise	(1)	(2)
Q103	des ingénieurs et cadres	(1)	(2)

11 - Y a-t-il eu des actions de formation spécifiques ?		oui	non
Q111	des ouvriers	(1)	(2)
Q112	des techniciens et agents de maîtrise	(1)	(2)
Q113	des ingénieurs et cadres	(1)	(2)

12 - Votre entreprise a-t-elle ?		oui	non
Q121	entrepris une démarche formalisée visant à accroître la qualité (système de certification, conformité à la norme ISO 9000-1-2-3, démarche de qualité totale etc.)	(1)	(2)
Q122	Demandé à ses fournisseurs de se conformer à une démarche formalisée visant à accroître la qualité (système de certification, norme ISO 9000-1-2-3, démarche de qualité totale etc.)	(1)	(2)

13 - La production a-t-elle renforcé ses liens formels (réunions, communications écrites etc.) avec ?							
		oui	non			oui	non
Q131	les méthodes	(1)	(2)	Q135	le contrôle de gestion	(1)	(2)
Q132	les achats	(1)	(2)	Q136	les ressources humaines	(1)	(2)
Q133	la R&D et les études	(1)	(2)	Q137	les clients	(1)	(2)
Q134	le marketing et les ventes	(1)	(2)	Q138	les fournisseurs	(1)	(2)

14 - Les réorganisations se sont accompagnées d'une		baisse	stabilité	hausse
Q141	des effectifs globaux	(1)	(2)	(3)
Q142	de la part de la main d'œuvre qualifiée dans les effectifs globaux	(1)	(2)	(3)

15-L'impact des réorganisations : quelle est l'évolution		baisse	stabilité	hausse
Q151	du nombre de produits finals différents	(1)	(2)	(3)
Q152	du temps de changement de production	(1)	(2)	(3)
Q153	du degré d'automatisation de la production	(1)	(2)	(3)
Q154	du ratio stocks / production	(1)	(2)	(3)
Q155	de la durée d'utilisation des équipements	(1)	(2)	(3)
Q156	de l'absentéisme	(1)	(2)	(3)
Q157	du nombre de niveaux hiérarchiques	(1)	(2)	(3)
Q158	du taux de pannes	(1)	(2)	(3)
Q159	du taux de rebut en fabrication	(1)	(2)	(3)
Q1510	des délais entre commande et livraison	(1)	(2)	(3)

III LE TRAVAIL SUR LES FICHIERS

1 – Les premiers traitements

Les traitements sur les fichiers de l'enquête, soit les redressements de la non-réponse totale et partielle, ont été réalisés à l'INSEE sous ma direction, par Hélène

Fréchou et Stéphanie Viard[43]. Les premiers traitements ont consisté à repérer les non-réponses totales, les questionnaires doubles et la non réponse à la question 1 (« Votre entreprise a-t-elle procédé à des changements organisationnels dans la production durant les cinq dernières années ? »).

Du fait des relances, certaines entreprises ont renvoyé plusieurs questionnaires. Le choix s'est porté sur le dernier questionnaire reçu, sauf si le questionnaire précédent était manifestement mieux complété.

Deux raisons principales semblent motiver le renvoi de questionnaires non complétés : le caractère inadapté du questionnaire et la présence d'une modification de structure. Comme le montre le tableau A1.1, qui donne la répartition du taux de non-réponse par secteur et par taille, le questionnaire semble plus particulièrement inadapté pour décrire la production de certains secteurs qui ont une activité de distribution plutôt que de production à proprement parlé (secteur de l'énergie) ou qui sous-traitent la majeure partie de leur production (secteur de l'imprimerie presse édition) ou encore qui s'orientent plus vers des activités de services aux entreprises (maintenance industrielle). Certains questionnaires issus d'entreprises n'appartenant pas aux secteurs mentionnés précédemment et n'ayant pas connu de restructuration ont été jugés inexploitables du fait de la qualité très médiocre des réponses. Ces entreprises ont été éliminées du fichier. Le secteur de la distribution de l'eau a été totalement éliminé du fichier final et les réponses des entreprises du secteur de l'énergie sont à utiliser avec prudence.

---

[43] Stéphanie Viard est venue m'assister dans le cadre d'une nouvelle étude financée pour le Commissariat Général du Plan (Greenan, 1996a et 1996b). La publication des premiers résultats de l'enquête, que nous reprenons dans le chapitre I, a été réalisée avec Hélène Fréchou (Fréchou et Greenan, 1995).

L'appariement du fichier avec l'Enquête Annuelle d'Entreprises de 1992 (EAE 1992) montre la disparition de 29 entreprises entre 1991 et 1992. Ces entreprises ont été conservées avec leur code APE 1991 à l'exception de 9 entreprises répertoriées comme société holding dans la base SIRENE. Un certain nombre d'entreprises présentes en 1992 apparait comme étant hors champ (taille inférieure à 50 salariés ou secteur hors industrie manufacturière selon la NAF). Seules les entreprises de taille inférieure à 50 salariés ont été conservées. Elles ont été reclassées dans la tranche de taille des 50 à 99 salariés.

La question 1, lorsqu'elle était non renseignée a été redressée manuellement en fonction de l'ensemble des réponses de l'entreprise. Le tableau A1.2 récapitule l'ensemble de ces premiers traitements.

2 - Correction de la non-réponse partielle

La non-réponse partielle a tout d'abord été corrigée au moyen de rappels téléphoniques[44]. Ils ont porté exclusivement sur les entreprises ayant déclaré avoir introduit des changements organisationnels dans la production. Parmi cette population, deux dispositifs de rappels ont été mis en place selon la taille de l'entreprise. Ils reposent sur des critères de qualité qui résument les réponses aux 15 « cadres », correspondant aux 15 groupes de questions de l'enquête.

- Les entreprises de plus de 500 salariés ont été systématiquement rappelées dès que 5 « cadres » étaient mal remplis.

---

[44] C'est Stéphanie Viard qui a réalisé ces rappels en entreprise.

- Les autres entreprises ont été recontactées dès qu'un des « cadres » du questionnaire était totalement non complété (les questions 2 et 7 mises à part car trop d'entreprises étaient alors sélectionnées).

Ces deux dispositifs conduisent à la sélection de 221 entreprises parmi lesquelles 172 ont accepté de compléter leur questionnaire. Pour les entreprises restantes concernées par la non-réponse partielle, des redressements automatiques ont été mis en œuvre. Selon les questions, ces redressements sont déterministes ou aléatoires.

Les **redressements déterministes** concernent les réponses multiples, les questions du type avant / après changements organisationnels, la recodification de la question 2 et le forçage à NON :

Pour les doubles réponses aux questions 4, 7, 14 et 15, on suppose implicitement qu'une entreprise qui donne plusieurs réponses n'a pas de mode de production dominant et qu'elle est donc dans l'impossibilité de choisir une seule modalité. Pour la question 4, c'est la réponse tirée équiprobablement parmi les différentes réponses qui est attribuée.

Pour la question 7 afin de garder la spécificité d'un mode de production et d'avoir la possibilité d'observer une évolution avant et après changements organisationnels dans la production, la réponse choisie correspond au nombre d'équipes maximum coché. Dans les deux cas une trace des réponses multiples est conservée dans des variables récapitulatives : REC_41, REC_42, REC_43 et REC_44 pour les questions 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 et REC_7AV et REC_7AP pour la question 7 avant et après changements organisationnels.

Les réponses multiples pour les questions 14 et 15 sont peu fréquentes, aussi lorsque «baisse » et «stabilité » sont cochés on attribut la réponse «baisse », pour « stabilité » et «hausse » cochés on met «hausse » et pour «baisse » et «hausse » c'est « stabilité » qui est choisi.

Les questions 6 et 7 sont du type AVANT/APRES changements organisationnels. Lorsqu'une seule partie avant ou après était complétée nous avons fait une hypothèse de stabilité. Par conséquent, la partie non remplie recueille l'information fournie. Les entreprises qui déclarent ne pas avoir fait de changements organisationnels dans la production sont tenues de compléter la partie AVANT. Si elles ont coché AVANT et APRES on retient l'information donnée dans la partie AVANT. Si elles ont uniquement complété APRES, on « bascule » les réponses dans la partie AVANT.

La question 2 a été recodifiée (Q2BIS). Le croisement de la question 2 («Ces réorganisations concernent principalement, certains ateliers, certains établissements, toute l'entreprise ? ») avec le nombre d'établissements de l'entreprise laisse apparaître une faible proportion d'entreprises mono-établissement ayant répondu : « certains établissements ». La question Q2BIS s'appuie sur le nombre d'établissements. Les 13 entreprises mono-établissement qui ont répondu « certains établissements » sont assimilées aux entreprises mono-établissement qui ont mentionné « certains ateliers ».

Pour les questions de type oui / non, le redressement déterministe adopté tient compte d'un comportement de réponse observé au cours des rappels téléphoniques. Sur une série de questions du type OUI/NON, la personne qui répond a tendance à cocher le OUI et à omettre de cocher le NON. Ainsi lorsque dans un cadre au moins un OUI (et aucun NON) est coché on met les autres questions à NON. Pour chaque

cadre des questions 3, 5, 8, 9, 10, 11 et 12 un compteur indique le nombre de questions redressées de cette façon (Variables RDN°).

Afin d'avoir un questionnaire sans valeur manquante on a appliqué une méthode de redressement « hot deck » pour la non-réponse partielle ayant résisté aux traitements ci-dessus. Cette méthode de redressement de type aléatoire permet de remplacer les données manquantes par des réponses fournies au niveau de l'échantillon. La réponse est tirée aléatoirement parmi les réponses données par des entreprises appartenant à une même classe secteur / taille. L'hypothèse de répartition uniforme des réponses à l'intérieur de chaque classe rend cette méthode correcte, même si elle a tendance à rajouter de la variabilité aux données (bruit).

De même que précédemment des compteurs indiquent pour chacune des 14 questions (sauf la Q1) le nombre de redressées (variables CQN°).

Le fait de n'avoir pas recontacté les entreprises déclarant ne pas avoir fait de changements organisationnels dans la production se ressent au niveau de la qualité des réponses fournies. Cette population est plus fortement redressée suivant la méthode « hot deck ». Dans l'ensemble le taux de questions redressées est de l'ordre de 1%, cependant 30% des questions Q44 et 20% des questions Q6 sont redressées aléatoirement.

Pour les entreprises qui déclarent avoir fait des changements organisationnels, le taux de questions redressées aléatoirement se situe en moyenne en dessous de 1% excepté pour les questions Q44, Q2 et Q7 pour lesquelles il se situe respectivement à 10% (Q44) et 8% (Q2 et Q7).

3- Calcul du coefficient de pondération

Ce coefficient a pour objectif d'attribuer un poids à l'entreprise qui permet d'obtenir des statistiques représentatives de la population concernée. Cette pondération tient compte à la fois du taux de sondage appliqué et du taux de non-réponse totale. Il est calculé par strate de taille secteur en rapportant pour chaque strate le nombre d'entreprises observées dans l'EAE 1992 au nombre d'entreprises répondantes (et dont le questionnaire est exploitable).

Les tableaux A1.3 et A1.4 donnent une idée de la représentativité par classe de taille et par secteur de l'échantillon des 1824 entreprises que l'on obtient en retirant les secteurs « extraction de produits énergétiques », « cokéfaction, raffinage, industries nucléaires » et « production et distribution d'électricité, gaz et eau ».

Deux coefficients de pondération sont calculés pour chaque croisement de secteur et taille. Un est en NAP100 (nomenclature d'activité et de produits au niveau détaillé en 100 postes), l'autre en NAF100 (nomenclature d'activité française au niveau détaillé en 100 postes). Notons que l'année 1993 correspond à l'année du passage de la NAP à la NAF, ce qui explique le présence des deux codages sectoriels dans les fichiers finaux. La taille y est décomposée en sept tranches. C'est le coefficient calculé en NAP 100 qui est utilisé dans les tableaux de statistique descriptive du chapitre I.

L'enquête sur les changements organisationnels se présente sous la forme de deux fichiers en base SAS, **un non redressé** (HM90.L05.COP.NRD(orga)) et **un redressé sans valeurs manquantes** (HM90.L05.COP.RDA(orga)). Le fichier non redressé intègre les redressements déterministes décrits plus haut excepté les redressements des questions du type OUI/NON. Les non-réponses sont à valeur manquante. Le fichier redressé est sans valeur manquante. Il est corrigé par le biais des redressements déterministes et du redressement aléatoire (méthode « hot deck »).

IV UN BILAN CRITIQUE

1- Réaction des entreprises face au questionnaire

L'enquête a été bien reçue par les entreprises : 75% d'entre elles ont répondu alors que l'enquête n'était pas obligatoire. Le questionnaire comportait environ 70 questions fermées et était présenté sous la forme compacte d'un recto verso. La formule courte choisie pour le questionnaire ainsi que la simplicité des questions posées (centrées sur l'existence de changements ou la présence de certains dispositifs) ont joué en faveur de l'enquête.

Certaines entreprises ont eu plus de mal à répondre au questionnaire que les autres. Ce sont tout d'abord les entreprises de plus de 1 000 salariés, souvent multiétablissement. Le principe de questionnement centré sur l'idée que le répondant devait privilégier le mode de production «dominant » de l'entreprise est en partie fautif. C'est en effet beaucoup demander à un interlocuteur appartenant à une très grande entreprise, ayant des activités diversifiées et plusieurs sites de production. Ainsi, dans les grandes unités, les répondants ont eu du mal à se plier à la contrainte de la réponse unique pour la question 4 sur la technologie et pour la question 7 sur le nombre d'équipes avant et après réorganisation. Les autres questions ont posé moins de problèmes car elles ne correspondaient pas à un principe de choix unique dans une série d'alternatives. Il semble donc nécessaire d'éviter ce type de questions. Une solution est d'accepter d'emblée la diversité interne de l'entreprise et d'ajouter des mesures d'intensité. Par exemple, pour la longueur des séries, on peut demander quel pourcentage de la production est produit à l'unité, en petite série et en grande série.

Le questionnaire est aussi apparu inadapté dans certains secteurs pour des raisons que nous avons déjà évoquées.

2- Questions peu informatives ou difficiles à utiliser

La question 1 a posé un certain nombre de difficultés. Elle a tout d'abord dû poser des problèmes au répondant : la notion de changements organisationnels dans la production est floue, ce n'est pas un construit auquel correspond une définition précise, partagée par tous, et aucune note ne précisait son contenu. Cependant, les répondants ont presque tous répondu à cette question et ce problème n'est pas apparu lors des tests en entreprise. Cela montre que les répondants ont leur idée de ce qu'est un changement organisationnel dans la production, et qu'ils ont été suffisamment pragmatiques pour déduire, d'un survol rapide du questionnaire, la définition implicite qu'il contenait. Mais le fait que la question ait « marché » n'indique pas pour autant que sa formulation ait été idéale.

Cette question a aussi posé un problème dans le traitement économétrique des résultats du questionnaire. En effet, elle jouait un rôle de filtre puisque les répondants ayant coché « non » étaient invités à ne répondre qu'aux questions 4 et 5 (technologie), 6 (état des sphères de responsabilité), 7 (horaires alternants) et 12 (normes ISO). Ainsi, sur la base d'une question floue, seule une partie de l'information a été recueillie pour un certain nombre d'entreprises. Ceci a gêné l'analyse des déterminants des changements organisationnels. Il aurait été préférable d'avoir un questionnaire entièrement rempli pour la totalité des entreprises, de construire, sur la base de l'information disponible, différentes mesures des changements organisationnels, puis d'analyser la sensibilité de ces mesures à différents indicateurs (pression de la concurrence, technologie etc.). Heureusement, seules 20% des entreprises ont déclaré de pas avoir changé leur organisation sur 5 ans, et parmi les 80% d'entreprises ayant déclaré avoir changé environ 16% n'ont changé que peu de choses (parmi ce que l'enquête décrivait), ce qui traduit une sorte de « préférence pour le changement ». Néanmoins, cette question, difficile à

manipuler pour les répondants et pour les utilisateurs de l'enquête, est une source de biais potentiels.

Alors que la question 1 contenait une notion «d'intensité » des changements (non, un peu, beaucoup), la question 2 cherchait à mesurer leur «ampleur » dans un sens «géographique » (certains ateliers, certains établissements, toute l'entreprise). Cette seconde question ne s'est pas avérée, elle non plus, très heureuse. Notamment, un certain nombre d'entreprise mono-établissement (au sens de l'EAE) ont répondu « certains établissements », ce qui est difficile à interpréter. De plus, cette question souffre des mêmes défauts que la question 1. En général, le questionnaire mesure d'une manière très maladroite la « couverture » des changements. La notion d'intensité du changement doit être abordée de manière beaucoup plus systématique.

Le pavé des questions 3 doit lui aussi être revisité. Ces questions avaient pour but d'examiner les objectifs des réorganisations. Il aurait été préférable, notamment pour analyser les déterminants des réorganisations, de poser une question générale sur la stratégie de l'entreprise, puis, éventuellement, de demander à quels éléments de stratégie les réorganisations étaient associées. En 1993, un certain nombre de questions avaient été introduites afin de pouvoir séparer les entreprises poussées au changement du fait de la conjoncture difficile (1993 est un creux du cycle) des entreprises pour lesquelles ce changement correspond à une stratégie de moyen terme (questions 3.2 et 3.3). Ces indicateurs sont importants et méritent d'être abordés de manière plus directe. Les entreprises ayant mal rempli le questionnaire (qui ont été recontactées par téléphone) étaient souvent des entreprises en difficulté.

La question 6 est très riche. Pour affiner l'interprétation des réponses, il serait intéressant de pouvoir vérifier si l'accroissement de la sphère de responsabilité des opérateurs correspond à de nouveaux postes spécialisés ou à un accroissement du

nombre de tâche effectué par chacun. Il en est de même pour les «spécialistes » (catégorie dont le contenu mérite d'être analysé). Les questions 8.4 et 8.5 devaient remplir cette fonction mais se sont avérées non discriminantes. Au total cette question 6 doit être réexaminée, en relation avec les questions 8.3 à 8.6, pour construire un bloc sur l'évolution du contenu et des frontières des postes de travail.

Les questions 7, 8.1, 8.2 et 9.8 concernent le temps de travail et la durée d'utilisation des équipements. Pour pouvoir traiter ce thème de manière satisfaisante, il faut aller plus loin dans l'interrogation. Notamment la question sur la baisse du temps de travail n'est pas satisfaisante car trop étroitement liée à l'état des débats au moment où le questionnaire a été conçu (baisse de la durée du travail sans baisse des rémunérations).

Les questions sur le processus de changement (9.1 à 9.4) et sur les contreparties associées ont été pour l'instant peu étudiées. La réflexion sur ces aspects mérite d'être approfondie car ils correspondent à des moyens d'action de l'administration du travail, tout comme les aspects associés à la gestion du temps de travail.

Sur l'évolution des compétences requises et la formation, il faut être plus précis. Tels quel, les pavés 10 et 11 sont fortement redondants. Par ailleurs, il serait utile de donner un contenu à cette notion d'accroissement des compétences requises : demande-t-on aux salariés d'avoir des connaissances plus «pointues » ou d'être plus « généralistes » ? Ces compétences sont-elles des compétences motrices, d'abstraction, d'interaction, d'encadrement, etc. ?

Le pavé 12 n'a pas encore été exploité en tant que tel. Il correspond à la fois à une information sur la formalisation et à une information sur les relations entre

entreprises. Ce dernier point doit être développé de manière plus systématique, et en relation avec l'investissement dans les technologies de l'information.

Le pavé 13, lui aussi, a été peu exploité dans les études.

La question 14 n'est pas à conserver car on peut disposer d'informations sur l'emploi et les qualifications par l'intermédiaire d'autres sources. Cependant, on peut noter que les réponses données par les entreprises se sont avérées peu corrélées aux informations disponibles par d'autres sources, notamment sur les qualifications.

Les réponses du pavé 15 sont en partie redondantes avec celles du pavé 3. L'analyse de l'écart entre les objectifs et les résultats n'a pas débouché sur des résultats concluants. Notamment, un test a été réalisé pour analyser la corrélation de cet écart (indicateur d'efficience) avec d'autres questions de l'enquête (notamment concernant le processus du changement et ses contreparties, la taille de l'entreprise, l'évolution des compétences requises et la formation) et n'a conduit à aucun résultat significatif. Nous en avons conclu que cet écart mesurait les «esprits animaux » : optimisme ou pessimisme des répondants.

Encadré A1-1 : Les membres du comité de pilotage de l'enquête

R. Boyer
CEPREMAP
Economiste

C. Duclos
SESSI CAEN
Responsable de la branche chimie

F. Charue
Centre de Recherche en Gestion
Gestionnaire

O. Favereau
Laédix, Université de Paris X-Nanterre
Economiste

J.-P. François
SESSI
Responsable des enquêtes

M. Gollac
CEE
Sociologue

N. Greenan
INSEE
Economiste

D. Guellec
INSEE
Economiste

V. Mangematin
INSEE
Gestionnaire

M. Montagnon
AGFI
Responsable d'association professionnelle

O. Tacher
Rhône Poulenc
Responsable des ressources humaines

Encadré A1-2 : Guide pour les tests en entreprise

De manière générale

Demander à la personne comment elle a rempli le questionnaire : si elle l'a rempli dans l'ordre ou bien si elle a commencé par une question intermédiaire. S'est-elle heurtée à des problèmes de forme (lisibilité, hésitations quant à la manière de répondre) ou de vocabulaire ? Considère-t-elle certaines questions comme non pertinentes ? A-t-elle noté un oubli important concernant le thème de l'enquête.

En particulier

* Pour les personnes répondant non à « Durant les trois dernières années (1990, 1991, 1992), votre entreprise a-t-elle réorganisé son système de production ? » (Q1[45]), demander si elles ont procédé à des réorganisations dans la période immédiatement antérieure, si elles ont dû renoncer à des projets de réorganisations et pour quelles raisons (financières, de qualification du personnel etc.).

* Les questions «Caractérisez votre mode de production dominant après réorganisation, dans les unités concernées selon chacune des quatre dimensions suivantes : » peuvent poser un certain nombre de problèmes :

- Lorsque la personne interrogée caractérise le mode de production dominant, prend-elle bien comme référence la ou les unités ayant été réorganisées (après la réorganisation) et non pas l'entreprise dans son ensemble ?

- Les items sont-ils bien disjoints ou est-elle tentée d'en sélectionner plusieurs (sur stocks et à la commande par exemple) ?

- De son point de vue, manque-t-il un item important pour l'une des quatre dimensions ? Le terme "automate programmable" est-il préféré à "robot" ?

* Demander à la personne interrogée, si pour les questions « Les réorganisations ont-elles été faites à la suite …d'une innovation de produits, d'une innovation de procédés…etc. ? » (QR), elle aurait en tête une autre source importante de réorganisations ?

* Pour les personnes ayant répondu non à l'ensemble des questions «Les réorganisations ont-elles facilité une innovation ultérieure…de produits, de procédés …etc. ? » (QR) les réponses seraient-elles modifiées si l'on remplaçait « innovation » par « amélioration ».

* Les questions «Avant et après les réorganisations, qui est habilité à… » (Q6) peuvent poser des problèmes pour les entreprises où les catégories « spécialiste » et « hiérarchie » se chevauchent. Le noter le cas échéant. La personne propose-t-elle une autre formulation ?

* Dans le cas où la réponse à la question « Votre entreprise a-t-elle mis en place des relations formelles client/fournisseur entre ses différents services ? » (QR), est positive, demander d'expliciter le contenu de la relation (facturation, exigence de qualité, mise en concurrence etc.) ? Cet item est-il pertinent ?

* Demander si, pour les questions « Les réorganisation ont-elles été accompagnées …de la création de cercles de qualité, de la création de groupes d'expression, d'un passage au travail en équipes polyvalentes ? » (Q8), la distinction entre cercle de qualité et groupe d'expression est pertinente ? Y a-t-il confusion entre travail en équipes polyvalentes et travail en équipes alternantes (2x8, 3x8 etc.) qui apparaît dans la question Q7 ? Dans le deuxième cas il s'agit du travail posté, dans le premier de la constitution d'équipes de travail, collectivement

[45] Nous utilisons ici la numérotation du questionnaire définitif (retranscrit dans la section II) lorsque la question a été maintenue à la suite du test. Nous donnons aussi la formulation des questions dans le questionnaire test qui peut être différente de celle du questionnaire définitif. Enfin, nous mentionnons (QR) lorsque la question a été rejetée du questionnaire définitif.

responsables et relativement autonomes où chaque participant est à même d'effectuer les tâches de l'ensemble de l'équipe.

* Pour les questions « Les changements dans le degré de flexibilité des équipements et des produits : quelle est l'évolution… » (QR) et « L'impact des réorganisations : quelle est l'évolution… » (Q15) : noter si problème de compréhension ou de vocabulaire (par exemple, taux de service client et taux de réclamation). Certains items sont-ils non pertinents ou mal formulés ?. Les réponses concernent-elles biens les unités réorganisées pour les entreprises ayant répondu « un peu » ou « beaucoup » à Q1.

* Noter si les questions «Par rapport à ce que vous aviez prévu à l'origine, la durée des réorganisations a été…l'ampleur des retombées des réorganisations a été… » posent des problèmes de compréhension. Après ces questions et surtout pour ceux qui répondent +/-, interroger la personne sur les difficultés rencontrées lors de la réalisation des réorganisations ? Peut-elle isoler des causes ayant ralenti ou limité les réorganisations (par exemple, réticences du personnel, manque d'une certaine catégorie de personnel, problèmes financiers etc.) ?

* Enfin, demander à la personne interrogée si les réorganisations qu'elle a décrites concernent l'entreprise dans son ensemble ou seulement certaines unités (dans ce dernier cas, lesquelles : certains ateliers, certains établissements) ?

Encadré A1-3 : Compte rendu de deux entretiens-tests[46]

Lors des tests, les entretiens ont porté sur l'ensemble des trois questionnaires d'enquête planifiés par le SESSI pour l'année 1993. Les trois enquête « innovation », « appropriation » et « organisation » sont trois filles de l'enquête « innovation » de 1991. Nous ne reportons dans cet encadré que les remarques qui concernent le questionnaire « organisation ».

Entreprise « Pierre » : Fabriquant de pierres réfractaires (26/02/93)

Contexte général de l'entreprise

L'interlocuteur, Monsieur M., est Directeur Financier de la société. Il a transmis les questionnaires « innovation » et « appropriation » au Directeur de la Recherche qui a travaillé 2 heures sur les questionnaires puis qui a passé 2 heures avec Monsieur M. pour les remplir. Le directeur de la Production a, lui, travaillé 1 heure avec Monsieur M., après avoir rassemblé les informations pour le questionnaire « organisation » pendant 1 heure. L'entretien a duré 5 heures.

L'entreprise « Pierre » regroupe 1 600 salariés et réalise environ 1 milliard de chiffre d'affaires dont 80% à l'exportation (65 pays). Outre la direction générale, installée à la Défense, l'entreprise « Pierre » possède un grand établissement (1 400 salariés) auquel est rattaché un centre de recherche de 120 personnes. C'est une filiale à 100% d'un groupe français et elle possède plusieurs filiales dont une aux USA.

L'entreprise « Pierre » fabrique, à la commande, des pierres réfractaires à base d'alumine et de Zircon pour des fours à haute température (plus de 2000 degrés) conçus par les clients (elle ne dessine pas les fours). Le groupe auquel elle est rattachée représente environ 20% de sa clientèle, les 80% restant étant bien souvent des concurrents du groupe. Outre cette activité de fabrication de pierres réfractaires (80% du CA), l'entreprise « Pierre » fabrique aussi des billes, grains et poudres à base de Zircon pur, qui sont des produits abrasifs utilisés par exemple en aéronautique pour enlever les aspérités sur les ailes des avions. Cette seconde activité se développe au moment où l'activité principale rencontre de sérieuses difficultés liées à la conjoncture. L'entreprise « Pierre » doit se battre sur ses prix pour conserver ses parts de marché face aux 5 autres grands fabricants mondiaux de pierres réfractaires. Sa préoccupation principale est donc la baisse de ses coûts. Elle a licencié 92 salariés l'an dernier et elle est engagée dans un second plan de licenciement concernant 160 salariés. La maîtrise des stocks, trop coûteux, de la qualité (aujourd'hui un four doit durer 10 ans alors qu'il y a quelques années les exigences des clients, notamment dans l'automobile étaient moins fortes) et des coûts de main d'œuvre, ont justifié une réorganisation de son système de production.

L'entreprise « Pierre » a réorganisé son système de production afin de mieux maîtriser ses coûts (stocks, coûts salariaux) et d'accompagner ses plans de licenciement. Les méthodes ont été repensées (séquence fusion / moulage / refroidissement / sciage n'est plus conçue comme continue) sans modification des équipements (informatisation du suivi des stocks uniquement).

[46] Nous avons mené ces deux entretiens avec C. Duclos du SESSI qui s'est aussi chargé de fixer les rendez-vous avec les entreprises.

Réponses au questionnaire[47]

Globalement, l'interlocuteur a été très réticent à remplir les cadres « résultat des réorganisations ». Pour lui, cette information est privée (L'actionnaire principal ne lui pose pas ces questions). Par contre, il est prêt à fournir des informations sur les objectifs poursuivis lors de la réorganisation.

Q4 : souligner « dominant » et préciser une réponse par ligne. L'interlocuteur caractérise son mode de production dominant par petite série / machines séparées / à la commande / MOCN ou robots séparés. Expliciter MOCN, robot préféré : chez lui le robot remplace un poste de travail abrs qu'il y a un automate programmable au niveau de chaque four.

Question « Les réorganisations ont-elles été faites à la suite… » (QR) : L'interlocuteur propose de rajouter les objectifs correspondants aux résultats demandés en fin de questionnaire. De mettre en valeur les problèmes financiers (chez lui, soucis de réduire les besoins en fonds de roulement en jouant sur les stocks), la recherche d'une meilleure satisfaction du client (délais de production).

Q5 : L'entreprise « Pierre » avait déjà introduit la CAO et la FAO/PAO. Elle a introduit récemment la GPAO et la GSAO.

Q6 : est considéré par l'interlocuteur comme « peu passionnant » mais les réponses captent bien l'absence de décentralisation des décisions vers l'opérateur avec la réorganisation. L'interlocuteur précise que la planification et le contrôle sont restés dans leur nature inchangés mais que les moyens changent (informatique).

Q12 : l'interlocuteur cite aussi la norme RHP (risques hautement protégés) pour les assurances.

Q7 : Un établissement est passé des 4x8 aux 3x8 car l'équipe du week-end coûtait trop cher (le four peut être arrêté et les équipements sont amortis). Cet aspect n'est pas pris en compte par le questionnaire.

Q8 : Les salariés ont été conviés à faire des suggestions sur la réorganisation de manière informelle, cette consultation étant sous la responsabilité du chef d'atelier. Le travail en équipes polyvalentes se fait sans accroissement d'autonomie des opérateurs. Il s'agit de demander aux ouvriers de « toucher à tout », les chefs d'atelier ayant la responsabilité de l'organisation des « tournantes ». L'interlocuteur précise que l'établissement est « trop taylorisé ».

Q10 : L'absence de formation est justifiée par le fait que les gens « savaient ce que faisait le voisin mais ne le faisaient pas ». Il existe donc une « polyvalence » implicite qu'une « formation sur le tas » réalisée par la maîtrise peut révéler. « Les gens ont peur des formations et ils préfèrent être formés par les copains ». Par ailleurs 10 contremaîtres suivent des cours pour être « ingénieurs du feu » dans une nouvelle école. Ces formations ne sont pas déclarées dans le questionnaire car trop « ponctuelles ».

Q13 : Méthodes est un terme trop vague, préciser suivi de préparation ou de production. Dans le cas de la l'entreprise « Pierre », ce sont les méthodes qui ont conçu la réorganisation. Il n'y a pas de séparation nette entre contrôle de gestion et service comptable (regrouper les deux).

Les questions «La fonction production a-t-elle renforcé ses liens formels… » (Q13) et la question « Les réorganisations ont-elles été conduites avec…le responsable des méthodes, le responsable de la R&D… » (QR) sont ressenties comme redondantes. Ne conserver que QR

[47] Comme dans l'encadré A1-2, la numérotation des questions fait référence au questionnaire retranscrit dans la section II. Lorsque la question a disparu du questionnaire définitif suite au test, nous en donnons l'intitulé exact. Nous avons conservé l'ordre du questionnaire-test, qui a été modifié dans le questionnaire définitif.

car si tel ou tel service intervient dans la réorganisation cela renforce les liens de facto par la suite.

Pour les questions «Les changements dans le degré de flexibilité des équipements et des produits : quelle est l'évolution… » (QR) préciser qu'il s'agit du mode de production dominant. A mettre avec « Les réorganisations ont-elles été faites à la suite de… » (QR) car si ces items ne sont pas des objectifs de la réorganisation, la question est hors de propos.

Pour les questions « L'impact des réorganisations : quelle est l'évolution… ? » (Q15), mettre sous forme d'objectifs, regrouper les items, trop fin (par exemple objectifs par rapport aux capacités, à la productivité, à la sécurité, à la qualité, au renouvellement des produits, aux aspects financiers (coûts), aux délais, à l'environnement). Eliminer absentéisme (aspect culturel comme la participation aux récoltes, à la chasse, qui est indépendant de l'organisation).

Les questions « Par rapport à ce que vous aviez prévu à l'origine, la durée des réorganisations a été…,l'ampleur des retombées des réorganisations a été… » : il y aura forcément un biais positif dans les réponses. Ne voit pas l'intérêt de poser des questions sur les difficultés rencontrées. Dans le cas de l'entreprise « Pierre », il est évident qu'il y a eu des réticences.

Entreprise « Plastique » : Fabriquant de produits chimiques (03/03/93)

Contexte général de l'entreprise

L'interlocuteur est chef de service adjoint à la direction industrielle recherche. Il a une bonne connaissance de la recherche et a été amené à défendre un brevet aux Etats-Unis. La société est la filiale française d'un groupe allemand, premier chimiste mondial. Elle a 2032 salariés et possède environ 6 établissements de production. Elle est issue du rachat d'une société française autour de laquelle des activités du groupe se sont greffées (résines, polymères). Ce sont dans les activités traditionnelles de la société rachetée (plastiques notamment) que la société conserve la maîtrise de l'innovation. Elle effectue aussi du négoce et du courtage pour les produits de la maison mère.

Elle possède un centre de recherche. Un peu de R&D est effectuée dans un des établissements (chimie minérale) et la réflexion stratégique dans le domaine de l'innovation se fait au siège. L'interlocuteur a précisé que dans la chimie il n'y a pas de recherche sans étude de brevets mais il considère que ce n'est pas la source centrale de l'innovation : c'est un souci permanent qui permet d'établir si les recherches engagées n'ont pas déjà fait l'objet d'un dépôt de brevet. La chimie a un comportement de dépôt massif de brevets qui peuvent concerner les substances, les procédés et les applications. Environ deux heures ont été nécessaires pour remplir chacun des deux questionnaires « innovation » et « appropriation ». Un chercheur de l'entreprise a lui aussi rempli ces deux questionnaires mais en raisonnant uniquement par rapport au produit dont il était spécialiste.

La société n'a pas effectué d'innovation organisationnelle (bien que ceci soit déclaré dans l'enquête innovation de 1991). Il semble que ses établissements de production ont une main d'œuvre ouvrière cantonnée dans des activités de surveillance des équipements et de manutention dans la mesure où la production est fortement automatisée. C'est peut-être dans l'organisation des machines et des automatismes que les innovations ont eu lieu. Il est aussi possible que l'interlocuteur ne disposait pas d'informations suffisantes pour répondre au questionnaire « organisation » du fait de son poste dans la société.

Réponses au questionnaire

La société n'a pas réorganisé son système de production. L'interlocuteur précise cependant que « l'on ne voit pas où on veut en venir avec ce questionnaire ». Il semble que la proximité des termes « système de production » et « mode de production » prête à confusion. L'interlocuteur pense que le questionnaire cherche à cerner des aspects très

« technologiques ». Il semble donc nécessaire d'éclaircir, dès le début, les objectifs des réorganisations.

Q6 : L'interlocuteur note que le terme de hiérarchie est large. L'arrêt de la production , dans la chimie, est géré par des automatismes conçus par la hiérarchie et les spécialistes.

Questions « Les changements dans le degré de flexibilité des équipements et des produits : quelle et l'évolution…de la longueur des séries de produits identiques, du temps de changement de série.. » : La notion de série n'a pas de sens dans la chimie. Ce ne sont pas tant des moyens alternatifs en cas de panne que l'on cherche à développer qu'une bonne prévention des pannes.

Tableau AI.1 : Taux de non-réponse par secteur et taille d'entreprise

	50-99	100-499	500-999	+1 000	Ensemble
Combustibles minéraux solides	-	-	50%	50%	50%
Pétrole Gaz naturel	0%	50%	50%	-	40%
Electricité gaz eau	0%	0%	50%	0%	11%
Minerais métaux ferreux	11%	11%	0%	34%	17%
Minerais métaux non-ferreux	29%	30%	50%	10%	23%
Matériaux de construction	19%	18%	20%	36%	20%
Industrie du verre	29%	13%	80%	17%	28%
Chimie de base	20%	30%	38%	36%	31%
Parachimie industrie pharmaceutique	12%	17%	40%	55%	29%
Fonderie et travail des métaux	14%	22%	0%	38%	18%
Construction mécanique	15%	19%	36%	17%	19%
Electrique électronique professionnel	25%	21%	20%	38%	26%
Biens d'équipement ménagers	50%	11%	30%	36%	31%
Automobile transport terrestre	18%	19%	38%	32%	26%
Navale aéronautique armement	29%	33%	20%	17%	25%
Textile et habillement	35%	37%	26%	33%	36%
Cuir et chaussures	25%	40%	25%	0%	31%
Bois et ameublement	20%	23%	10%	50%	22%
Papier et carton	14%	22%	27%	50%	23%
Imprimerie presse édition	31%	42%	50%	58%	40%
Caoutchouc matières plastiques	27%	11%	46%	38%	20%
Ensemble	20%	24%	31%	35%	25%

Tableau AI.2 : Bilan des premiers traitements

Nombre d'entreprises enquêtées	2 641
Nombre de questionnaires saisis par le SESSI, dont	2 032
- questionnaires doubles	- 75
- questionnaires non complétés car restructuration	- 17
- questionnaires non complétés car inadaptés	- 57
- questionnaires inexploitables	- 20
- Sociétés holding disparues en 92	- 9
- Entreprises n'appartenant plus à l'industrie en 92	- 8
Nombre de questionnaires exploitables	1 846

Tableau AI.3 : Représentativité de l'échantillon des 1824 entreprises par classes de taille

En pourcentage du total de la classe	**Pourcentage d'entreprises**	**Pourcentage de salariés**	**Pourcentage du chiffre d'affaires**
De 50 à 99 salariés	14	14	14
De 100 à 499 salariés	19	21	20
De 500 à 999 salariés	33	34	33
Plus de 1000 salariés	57	61	62
Ensemble	19	39	43

Les pourcentages ont été calculés en rapportant les résultats correspondant aux strates de l'échantillon à ceux provenant des strates de l'exhaustif BIC.

Tableau AI.4 : Représentativité de l'échantillon des 1824 entreprises par secteurs (NAF)

En pourcentage du total de la classe	Pourcentage d'entreprises	Pourcentage de salariés	Pourcentage de chiffre d'affaires
Extraction de produits non énergétiques	22	44	33
Industrie textile et habillement	16	23	22
Industrie du cuir et de la chaussure	16	29	34
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	21	22	21
Industrie du papier et du carton, édition et imprimerie	17	23	22
Industrie chimique	23	36	36
Industrie du caoutchouc et du plastique	19	24	27
Fabrication d'autres produits minéraux	21	42	43
Métallurgie et travail des métaux	20	39	46
Fabrication de machines et équipement	22	40	42
Fabrication d'équipements électriques et électroniques	18	45	45
Fabrication de matériel de transport	27	60	66
Autres industries manufacturières	15	19	20
Ensemble	19	39	43

Les pourcentages ont été calculés en rapportant les résultats correspondant aux strates de l'échantillon à ceux provenant des strates de l'exhaustif BIC.

ANNEXE I.2 : L'ENQUETE TOTTO

I LES ENQUETES AUPRES DES SALARIES EN FRANCE[48]

1- Des conditions de travail à l'organisation du travail

En France, les premières enquêtes sur le travail auprès des salariés ont été destinées à faire le point sur les conditions de travail. Réalisées en 1978 et 1984, elles furent conçues par Serge Volkoff et Anne-Françoise Molinié. Il s'agissait d'enquêtes complémentaires à l'enquête annuelle sur l'emploi de l'INSEE. Les enquêtes sur les conditions de travail traduisent très directement les préoccupations des ergonomes, et, plus particulièrement le mode d'approche du travail développé par Wisner et « l'école française d'ergonomie » : volonté de considérer le travail dans sa globalité, tout en conservant une grande rigueur analytique ; refus de séparer les caractéristiques du travail de celles du travailleur, considéré en tant qu'individu concret, qui le réalise.

En 1984, Laurent Thévenot, responsable à l'INSEE des différentes enquêtes sur l'emploi, fit retenir le principe d'une enquête complémentaire sur les nouvelles technologies. Michel Gollac succéda à Laurent Thévenot sur ce poste et assura la conception et la direction de cette enquête, aujourd'hui connue par son acronyme

---

[48] Cette section s'appuie sur un article collectif, intitulé « Mesurer les liens entre informatisation, organisation et performances : un projet d'enquête » (Caby et alii, 1999) présentant un projet d'enquête à deux volets, qui s'est concrétisé dans l'enquête « Changements Organisationnels et Informatisation » dont nous avons dirigé la conception et la réalisation entre l'automne 1996 et le premier trimestre de 1998. Cet article est une des contributions du groupe « informatisation, organisation et performances » qui s'est réuni pendant deux ans (1994-1995) dans le cadre d'un séminaire sur les approches interdisciplinaires de l'innovation animé par Dominique Foray et Jacques Mairesse . Nous avons été rapporteur de ce groupe avec Vincent Mangematin, et rédacteur, avec Michel Gollac, de l'argumentaire sur le projet d'enquête. Cette section s'appuie aussi sur la thèse d'habilitation à diriger des recherches de Michel Gollac (Gollac, 1998), qui a joué un rôle central dans la genèse de l'enquête TOTTO.

TOTTO (enquête « sur la Technique et l'Organisation du Travail auprès des Travailleurs Occupés »). La préparation de l'enquête se fit au sein d'un groupe de pilotage regroupant uniquement des statisticiens, dont plusieurs étaient fortement engagés dans les sciences sociales (Laurent Thévenot, Michel Cézard et Serge Volkoff).

La sociologie du travail a, bien entendu, inspiré les questionnements, par exemple sur l'autonomie ou sur les marges d'initiative. Mais la conception des enquêtes a aussi bénéficié des réflexions sur la définition des groupes sociaux et professionnels, ou sur la formalisation des critères d'action et d'évaluation (Pierre Bourdieu, Luc Boltanski, Alain Desrosières, Laurent Thévenot). Elle a aussi profité des réflexions d'économistes sur les relations entre formes d'entreprise, formes de travail et caractéristiques de la main d'œuvre (François Eymard-Duvernay)[49].

2 – L'enquête TOTTO 1987 et ses suites

L'enquête sur la technique et l'organisation du travail (TOTTO) a été réalisée en 1987 par l'INSEE (Bué, Cristofari, Gollac, 1992). Elle a été répétée en 1993 par les enquêteurs de l'INSEE pour le compte du Ministère du Travail.

Elle porte sur l'ensemble des personnes ayant un emploi. Toutefois, les questions sur l'organisation du travail ne sont posées qu'aux salariés. L'échantillon est une partie de l'échantillon de l'enquête annuelle sur l'emploi de l'INSEE, qui est un échantillon de logements, renouvelé par tiers tous les trois ans. C'est le tiers composé des personnes habitant les logements visités pour la troisième fois par les enquêteurs,

[49] Une journée-débat a eu lieu, en 1994, pour faire le point sur l'usage des méthodes statistiques dans l'étude du travail. Certaines des contributions font référence aux enquêtes auprès des salariés présentées ici (Cahier travail et emploi, 1995).

qui est soumis à l'enquête TOTTO. Le taux de sondage est d'environ 1/1000, ce qui conduit à un échantillon d'un peu plus de 20 000 personnes sélectionnées. L'enquête a été réalisée au moyen de visites au domicile des personnes. C'est le réseau des enquêteurs de l'INSEE qui a conduit les entretiens.

L'enquête TOTTO étant complémentaire à l'enquête emploi, toutes les variables de cette dernière sont évidemment disponibles : état civil, formation, origine sociale, qualification, salaire, etc. Le mode de renouvellement de l'échantillon permet, de plus, d'envisager des exploitations sur des petits panels regroupant trois années. Les questions complémentaires portent sur certains aspects de l'organisation du travail : autonomie, initiative, responsabilités hiérarchiques, rythmes de travail, communications au cours du travail. Elles portent aussi sur l'utilisation de technologies modernes, et sur certaines conditions de cette utilisation. La formulation des questions de l'enquête TOTTO est animée par deux grands principes : chercher à obtenir une description du travail réel plutôt que du travail prescrit, formuler des questions concrètes, compréhensibles par une fraction aussi large que possible des enquêtés. Par exemple, on ne demande pas directement à un salarié s'il est autonome dans son travail, on lui demande plutôt comment il réagit lorsqu'un incident se produit et s'il intervient directement lui-même pour résoudre les problèmes posés par l'incident.

Quelques-unes des informations de l'enquête TOTTO sont aussi disponibles dans l'enquête sur les conditions de travail, réalisée en 1991 par les enquêteurs de l'INSEE pour le Ministère du Travail[50] (Cézard, Dussert, Gollac, 1993a). Cette

[50] A l'exception des horaires et rythmes de travail, elles ne figurent pas dans les précédentes version (1978 et 1984) de cette enquête.

enquête est aussi une enquête complémentaire à l'enquête emploi. Ses caractéristiques techniques sont proches de celle de l'enquête TOTTO.

Une enquête plus approfondie sur les techniques et l'organisation du travail, l'enquête « TOTTO-Europe », a été réalisée en 1994, toujours par les enquêteurs de l'INSEE pour le Ministère du Travail. Cette enquête est appelée ainsi car elle a servi de support à des réflexions méthodologiques en vue de la refonte de l'enquête européenne sur les conditions de travail. Elle ne porte que sur les salariés et développe des thèmes tels que l'entraide, le rôle de la hiérarchie, l'évaluation des performances, l'impact psychosocial de l'organisation du travail. Elle donne aussi davantage de détails sur les conditions d'utilisation de l'informatique (réseaux d'entraide et d'apprentissage, degré d'initiative des utilisateurs, réseaux télématiques et transferts de fichiers, utilisation de divers types de logiciels). L'échantillon de cette enquête est de 950 personnes.

L'enquête européenne sur les conditions de travail a été réalisée en 1991 par la Fondation Européenne pour l'Amélioration des Conditions de Travail et de Vie, dont le siège est à Dublin. La collecte a été assurée par la société INRA. Cette enquête comporte une question sur l'usage de l'informatique, et donne un nombre limité d'informations sur l'organisation du travail. L'échantillon est de 1 000 personnes environ dans chaque pays de l'Union Européenne, ainsi qu'en Suède et en Finlande. Cette enquête a été répétée en 1995. Le questionnaire correspondant étend considérablement l'investigation sur l'organisation du travail. Il reprend les thèmes de

l'enquête TOTTO sous une forme plus résumée, ainsi que l'optique psychosociale des enquêtes scandinaves[51].

Dans cette thèse, nous n'avons exploité que l'enquête TOTTO de 1987. Il est cependant intéressant de connaître la genèse de cette enquête et son devenir, qui ouvre la perspective de nombreuses exploitations complémentaires à celle que nous présentons ici. Ainsi, dans un autre travail que nous avons réalisé avec Jacques Mairesse (Greenan et Mairesse, 1996 ; Mairesse et Greenan, 1999), nous avons utilisé les réponses aux questions sur l'usage d'ordinateurs issues des enquêtes TOTTO 1987 et 1993 et de l'enquête Conditions de Travail 1991 pour estimer l'effet du taux d'équipement en informatique sur la productivité des entreprise. Ce travail a été l'occasion d'une analyse de méthodologie statistique permettant d'évaluer les biais qui dérivent de l'usage d'un petit échantillon de salariés pour conduire une estimation économétrique au niveau de l'entreprise. Nous reviendrons sur ces aspects méthodologiques dans l'annexe III.3 puisqu'ils s'appliquent à certains de nos résultats de la partie III. Enfin, le volet « salariés » de l'enquête « Changements Organisationnels et Informatisation » qui s'inscrit dans le prolongement de cette thèse, s'appuie largement sur les enseignements de cette famille d'enquêtes.

2- LES QUESTIONS UTILISEES

Nous ne reprenons ici que les questions de l'enquête TOTTO de 1987 qui sont utilisées dans les traitements statistiques que nous présentons dans les chapitre I, VI et VII. Nous avons conservés les numéros de questions figurant dans le questionnaire.

---

[51] Plusieurs pays européens ont des enquêtes nationales sur le travail. La plupart de ces enquêtes abordent les questions de l'organisation ou de la technologie. C'est notamment le cas des pays scandinaves, de l'Allemagne et

Les réponses sont en général des réponses par « oui » ou par « non ». Il arrive qu'une réponse « sans objet » soit ajoutée, que nous avons traitée comme un « non ». Lorsque la réponse n'est pas de type « oui » / « non », les différents items de réponse listés dans le questionnaire sont portés avec des numéros (question sur les horaires de travail par exemple). Enfin, pour l'usage des technologies, le questionnaire distingue l'usage dans le cadre de la tâche principale de l'usage dans le cadre d'une tâche annexe. Nous avons agrégé ces deux usages pour obtenir une réponse de type « oui » / « non ».

Les accentuations correspondent à celles du questionnaire. Elles servent à faciliter le travail des enquêteurs. Le nom de la variable dans la base de l'enquête est donné entre crochets. Nous avons classé les questions utilisées par thème. Au sein d'un thème, les variables synthétiques ont été construites en fonction de la cohérence des regroupements des variables (les regroupements devaient avoir du sens et se prêter à une interprétation aisée) et de la distribution des différentes combinaisons de réponse (les combinaisons associées à des effectifs très faibles ont été agrégées à d'autres combinaisons).

Enfin, les résultats du chapitre I sont issus d'un échantillon de 1470 ouvriers d'atelier rattachés à 776 entreprises de plus de 50 salariés de l'industrie manufacturière. Les informations sur les différentes opérations qui ont conduit à cet échantillon sont présentés dans l'annexe III.1 insérée à la fin de la partie III.

Communication verticale

---

des Pays-Bas.

Question N°17 : (a) Vous arrive-t-il de discuter SEUL avec vos supérieurs hiérarchiques de la nature et de la quantité du travail que vous aurez à faire ou de la façon de procéder ? **[SEUL] (b)** Vous arrive-t-il d'en discuter avec vos supérieurs hiérarchiques EN COMPAGNIE DE VOS COLLEGUES ? **[COLLEG]**.

Question N°20 : (a) Et DEMANDEZ-VOUS VOUS-MEME DES RENSEIGNEMENTS A VOS SUPERIEURS HIERARCHIQUES ? **[HCOCCHEF]**

Une variable sur l'intensité de la communication verticale, prenant quatre modalités (**COMVERPAS, COMVERPEU, COMVERMOY, COMVERBCP**) a été construite à partir de ce groupe de trois questions :

Pas de communication verticale = (non à chacune des trois questions),
Communication verticale faible = (une des trois réponses est un oui),
Communication verticale moyenne = (deux des trois réponses sont des oui),
Communication verticale élevée = (oui à chacune des trois questions).

Communication horizontale

Question N°17 : (c) Vous arrive-t-il de discuter entre collègues, SANS QUE VOS SUPERIEURS HIERARCHIQUES NE SOIENT PRESENTS, de la nature et de la quantité du travail que vous aurez à faire ou de la façon de procéder ? **[KONP]**.

Question N°19 : (a) En dehors de vos chefs, LES COLLEGUES AVEC QUI VOUS TRAVAILLEZ HABITUELLEMENT vous donnent-ils des consignes, des indications sur ce que vous devez faire ? **[COCHCOLL]**.

Question N°20 : (a) Et DEMANDEZ-VOUS VOUS-MEME DES RENSEIGNEMENTS aux COLLEGUES AVEC QUI VOUS TRAVAILLEZ D'HABITUDE ? **[HCOCCOLL]**

Une variable sur l'intensité de la communication horizontale, prenant quatre modalités (**COMHORPAS, COMHORPEU, COMHORMOY, COMHORBCP**) a été construite à partir de ce groupe de trois questions :

Pas de communication horizontale = (non à chacune des trois questions),
Communication horizontale faible = (une des trois réponses est un oui),
Communication horizontale moyenne = (deux des trois réponses sont des oui),
Communication horizontale élevée = (oui à chacune des trois questions).

Communication avec des personnes des autres services

Question N°15 : En dehors éventuellement de vos subordonnés, VOUS ARRIVE-T-IL DE DONNER DES CONSIGNES, DES ORDRES A D'AUTRES PERSONNES travaillant dans votre entreprise, OU DE LEUR DIRE CE QU'ELLES DOIVENT FAIRE ? **[VRECHEF]**

Question N°19 : (b) En dehors de vos chefs, D'AUTRES PERSONNES ou services DE VOTRE ENTREPRISE vous donnent-ils des consignes, des indications sur ce que vous devez faire ? **[COCHAUT]**.

Question N°20 : (c) Et DEMANDEZ-VOUS VOUS-MEME DES RENSEIGNEMENTS à D'AUTRES personnes DE VOTRE ENTREPRISE ? **[HCOCAUTR]**

Une variable sur l'intensité de la communication avec les autres services, prenant trois modalités (**COMAUTSERPAS, COMAUTSERPEU, COMAUTSERBCP**) a été construite à partir de ce groupe de trois questions :

Pas de communication avec les autres services = (non aux trois questions),
Communication faible avec les autres services= (une des trois réponses est un oui),
Communication forte avec les autres services = (deux ou trois réponses oui).

Communication avec l'extérieur de l'entreprise

Question N°19 : (c) En dehors de vos chefs, des PERSONNES EXTERIEURES A VOTRE ENTREPRISE (par ex. : clients, fournisseurs, donneurs d'ordre, sous-traitants) vous donnent-elles des consignes, des indications sur ce que vous devez faire ? **[COCHEXT]**.

Question N°20 : (d) Et DEMANDEZ-VOUS VOUS-MEME DES RENSEIGNEMENTS à des personnes EXTERIEURES A L'ENTREPRISE (par ex. : clients, fournisseurs, donneurs d'ordre, sous-traitants) ? **[HCOCEXT]**

Une variable sur l'existence d'une communication avec l'extérieur (**COMEXT**) a été construite à partir ces deux questions :

Communication avec l'extérieur de l'entreprise = (Q19c = oui ou Q20d = oui).

Communication multilatérale

Question N°31 : (a) Y A-T-IL des GROUPES D'EXPRESSION dans votre ETABLISSEMENT ? **[EXPRESS]**.

Question N°32 : (a) Dans votre ETABLISSEMENT, y a-t-il un CERCLE DE QUALITE ? **[CERQUAL]**.

Question N°33 : (a) Dans votre ETABLISSEMENT, y a-t-il une BOITE A IDEES ? **[IDEE]**.

Question N°34 : (a) Les innovations sont-elles récompensées ? **[INNO]**.

Une variable sur l'intensité de la communication multilatérale, à trois modalités (**COMULTPAS, COMULTPEU, COMULTBCP**), a été construite à partir de ces quatre questions :

Pas de communication multilatérale = (non aux quatre questions),
Communication multilatérale faible = (une ou deux réponses oui),
Communication multilatérale forte = (trois ou quatre réponses oui).

Contraintes horaires

Question N°5 : Vos horaires de travail sont-ils (1) les mêmes tous les jours (2) Alternants : 2x8, 2équipes, 2 brigades etc. (3) Alternants : 3x8, 3 équipes, 3 brigades, 4x8, etc. (4) Différents d'un jour à l'autre, fixés par l'entreprise (5) Modifiables par vous-même d'un jour à l'autre dans un système du type horaire à la carte (6) Variables d'un jour à l'autre, déterminés par vous-même. **[HORAIRE]**.

Les modalités de cette variables ont été regroupées en quatre sous-catégories (**2x8, 3x8, HFIXE, HCARTE**) traduisant différentes formes de contraintes horaires.

Horaires alternants 2x8 = (Q5 = 2),
Horaires alternants 3x8 = (Q5 = 3),
Horaires fixes = (Q5 = 1 ou Q5 = 4),
Horaires à la carte = (Q5 = 5 ou Q5 = 6).

Contraintes hiérarchiques

Question N°16 : Les indications données par vos supérieurs hiérarchiques vous disent ce qu'il faut faire. En général, est-ce que (1) Ils vous DISENT AUSSI COMMENT faire le travail (2) Ils indiquent plutôt l'objectif du travail, et vous CHOISISSEZ VOUS-MEME LA FAÇON d'y arriver. **[COMMENT]**.

Question N°18 : VOUS RECEVEZ DES ORDRES, DES CONSIGNES, DES MODES D'EMPLOI. Pour FAIRE VOTRE TRAVAIL CORRECTEMENT, est-ce que **:** (1) Vous appliquez strictement les consignes, (2) Dans certains ces, vous faites autrement, (3) La plupart du temps, vous faites autrement. **[STARK]**.

Question N°22 : Supposons que vous vouliez échanger du travail avec un collègue, c'est-à-dire : il fait partie de votre travail et vous faites partie du sien. Est-ce que, en pratique : (1) Il suffit de vous arranger entre collègues (2) Vous devez seulement informer votre chef (3) Vous avez besoin de l'autorisation de votre chef (4) C'est interdit (et effectivement impossible) (0) Sans objet : personne avec qui échanger du travail. **[ECHANGE]**.

Question N°27 : Quand, au cours de votre travail, il se produit QUELQUE CHOSE D'ANORMAL, est-ce que : (1) La plupart du temps, c'est vous qui REGLEZ L'INCIDENT, (2) C'est vous, mais SEULEMENT POUR CERTAINS incidents bien précis, PREVUS D'AVANCE (3) Vous faites généralement APPEL à un supérieur, à des collègues ou à un service spécialisé. **[INCIDENT]**

Une variable sur l'intensité des contraintes hiérarchiques, prenant quatre modalités (**CONTHIEPEU, CONTHIEMOY, CONTHIEFOR, CONTHIEBCP**) a été construite à partir de la somme des réponses à ces quatre questions.

Contraintes hiérarchiques faibles = (Q16 + Q18 + Q22 + Q27 = [10, 11 ou 12])
Contraintes hiérarchiques moyennes = (Q16 + Q18 + Q22 + Q27 = 9)
Contraintes hiérarchiques fortes = (Q16 + Q18 + Q22 + Q27 = 8)
Contraintes hiérarchiques très fortes= (Q16 + Q18 + Q22 + Q27 = [4, 5, 6 ou 7])

Contraintes de cadence

Question N°23 : DEVEZ-VOUS PERSONNELLEMENT RESPECTER DES NORMES DE PRODUCTION QUANTITATIVES OU DES DELAIS PRECIS ? (1) CADENCES IMPOSEES PAR LA MACHINE, les équipements (2) Oui, à respecter en UNE HEURE AU MAXIMUM (3) Oui à respecter en UNE JOURNEE AU MAXIMUM (4) Oui, à respecter en UN MOIS AU MAXIMUM (5) Oui, sur une PERIODE PLUS LONGUE (6) Non, ni normes, ni délais précis. **[CADENCE]**.

Une variable sur l'intensité des cadences en quatre modalités (**CADENMACH, CADENJOUR, CADENLONG, CADENPAS)** a été construite à partir de cette question :

Cadence fixée par une machine = (Q23 = 1),
Normes à respecter en un jour au plus = (Q23 = 2 ou 3),
Normes à respecter sur un délai plus long = (Q23 = 4 ou 5),
Pas de normes, ni de délais précis = (Q23 = 6).

Normes de qualité

Question N°24 : Devez-vous PERSONNELLEMENT respecter des NORMES DE QUALITE CHIFFREES PRECISES (par exemple taux de rebut, caractéristiques mesurables du produit) ? **[QUALITE]**.

Cette question est utilisée pour construire une variable sur les normes de qualité (**NORQUAL**).

Normes de qualité = (Q24 = oui)

Usage des technologies de fabrication avancées

Question N°35 : (a) UTILISEZ-VOUS UN ROBOT, OU UN AUTRE APPAREIL DE MANIPULATION POUVANT SE DEPLACER AUTOMATIQUEMENT DANS LES TROIS

DIMENSIONS (même occasionnellement)? **[ROBOT]** (b) TRAVAILLEZ-VOUS SUR UNE MACHINE OU UN APPAREIL FONCTIONNANT EN FLUX CONTINU (REGULE AUTOMATIQUEMENT, même occasionnellement) ? **[FLUXCONT]** (c) UTILISEZ-VOUS UNE MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE ou un centre d'usinage, ou une presse automatique (même occasionnellement) ? **[MOCN]** (g) UTILISEZ-VOUS UN MICROORDINATEUR avec lequel vous échangez des informations : vous lui transmettez des données, par exemple par l'intermédiaire d'un CLAVIER, et il vous en transmet, par exemple grâce à un ECRAN (machine spécialisées de traitement de texte exclue, MEME OCCASIONNELLEMENT) ? **[MICRO]** (h) UTILISEZ-VOUS un TERMINAL émission-réception permettant de COMMUNIQUER DES INFORMATIONS A UN ORDINATEUR, par exemple grâce à un CLAVIER, et d'en RECEVOIR, par exemple grâce à un ECRAN (MEME OCCASIONNELLEMENT) ? **[TERMINAL]** (n) VOTRE POSTE DE TRAVAIL EST-IL RELIE A UN SYSTEME DE DEPLACEMENT DES PIECES OU DES PRODUITS PERMETTANT LEUR TRANSFERT D'UN POSTE DE TRAVAIL A L'AUTRE OU D'UNE MACHINE A L'AUTRE (par exemple : chaîne de transfert, convoyeur aérien) ? **[DEPLAUTO]**

Les items de cette question sont utilisés pour construire quatre variables sur l'usage de la technologie (**CHAINE, ROBOTS, FLUXCONT, ORDINATEUR**) :

Travail à la chaîne = (Q35n = oui),
Usage d'un Robot ou d'une MOCN = (Q35a = oui ou Q35c = oui),
Flux continu = (Q35b = oui),
PC ou terminal = (Q35g = oui ou Q35h = oui).

PARTIE II : LES THEORIES COOPERATIVES DE LA FIRME : DES OUTILS POUR FORMALISER L'ORGANISATION INTERNE DE L'ENTREPRISE ET SES CHANGEMENTS ?

Le chapitre II a montré comment, dans sa structuration, le champ économique a laissé de côté la question des mécanismes internes à la firme, qui guident la production de richesse. Dans cette partie, nous allons réunir et présenter les quelques programmes de recherche, qui ont tenté de fournir des outils conceptuels permettant de guider la construction de répertoires de description et de mesures visant à appréhender l'organisation et ses changements.

Comparée à l'ampleur de la littérature portant sur les contrats et les incitations, notre moisson est peu abondante, bien qu'en expansion sur la période la plus récente. Nous avons réunies les théories identifiées sous le vocable de « théories coopératives de la firme » car la plupart d'entre elles ont pour postulat de départ le comportement coopératif des agents dans la production. Cette hypothèse permet de laisser de côté les questions organisationnelles liées au problème des incitations pour se concentrer sur les choix possibles de structure organisationnelle dans un contexte où la rationalité bornée des agents et la contrainte de temps fait que l'on produit mieux en produisant à plusieurs et que la manière dont on s'organise à plusieurs pour produire a un impact sur la performance économique.

Nous faisons le choix d'explorer la notion d'équipe de travail dans un contexte de rationalité bornée et de comportement coopératif, car il nous semble que ce cadre d'hypothèses est le mieux adapté pour expliquer la division du travail entre individus au sein de la firme autrement que par des arguments techniques. Mais nous allons

aussi nous intéresser aux prolongements de la définition de l'équipe chez Alchian et Demsetz (1972) qui met l'accent sur les inséparabilités et les complémentarités technologiques et aux approches qui tendent à considérer l'organisation comme un facteur de production supplémentaire. Cet ensemble de travaux présente l'intérêt de formaliser les conséquences des choix organisationnels sur la fonction de production ou sur la fonction de coût de l'entreprise. Ce maillon théorique est utile si l'on cherche à appréhender, comme nous le feront dans la partie III, les mécanismes micro-économiques qui lient changements organisationnels, productivité et besoin de main-d'œuvre des entreprises.

Nous allons nous attacher dans cette partie à décrire des outils formels : des concepts et des objets mathématiques. Nous avons choisi d'adopter ce mode d'exposition car la présentation « littéraire » des modèles et de leurs résultats est assez largement diffusée alors que leur dimension formelle reste opaque, et ceci d'autant plus qu'elle s'appuie sur un outillage de formalisation peu standard et donc peu familier à la plupart des économistes. Ce retour à la « mécanique » est utile pour trois raisons principales. Tout d'abord celle-ci est essentielle pour circonscrire, ou endiguer la polysémie des mots utilisés pour décrire l'organisation, notamment le mot « décentralisation » si souvent employé et dont les sens s'opposent. Les modèles sous revue s'appuient sur un outillage hétérogène pour répondre à des questions assez proches. Maîtriser les outils permet de confronter les résultats de manière plus rigoureuse. Enfin, le durcissement des répertoires de description inhérent à l'usage de formes mathématiques est précieux pour construire et utiliser les enquêtes statistiques.

Nous allons aborder quatre modes de formalisation de l'organisation du travail qui se construisent autour d'un clivage séparant le système d'information de l'entreprise de son système de production. La question de l'organisation de la

collecte et du traitement de l'information est au cœur des deux premiers ensembles de théories tandis que celle de l'organisation des opérations productives et de l'articulation des espaces des tâches, des facteurs de production et des compétences anime les deux autres.

La formalisation du système d'information

Chercher à comprendre l'existence et la structuration de la sphère administrative de l'entreprise conduit à analyser les modalités de la prise de décision et à formaliser le système d'information sur lequel elle s'appuie. La grande question sous-jacente à l'ensemble des modèles que nous allons examiner est : a quoi sert la main d'œuvre administrative ? La séparation entre le travail direct ou opérationnel de la main d'œuvre « productive » et le travail indirect de la main d'œuvre administrative conduit en effet à s'interroger sur la contribution à la production d'activités immatérielles, productrices de services impalpables plutôt que de biens matériels. Cette réflexion s'est développée dans un contexte où la théorie des organisations dénonçait les limites des bureaucraties tandis que dans les économies socialistes, seules les activités industrielles étaient considérées comme productives : le clivage secteur productif/improductif recouvre en partie celui qui oppose le travail direct au travail administratif. L'autre question omniprésente au fil des différents modèles est celle de la forme de la courbe de coûts moyens de long terme de l'entreprise : l'analyse du système d'information de la firme peut-elle venir justifier la forme en U de la courbe ? Cette hypothèse est basique en micro-économie, mais elle est peu fondée théoriquement, tout au moins pour la portion croissante de la courbe qui correspond à l'arrivée des rendements décroissants.

Dans la formalisation du système d'information, on peut distinguer la théorie des équipes de la théorie du traitement de l'information[52] (Radner, 1993). Toutes deux ont en commun de s'appuyer assez largement sur les avancées de la théorie de la décision statistique. Le chapitre III et consacré à la première. Elle décrit comment la firme s'appuie sur la main d'œuvre administrative pour décentraliser l'information qui nourrit les décisions. L'exemple le plus courant est celui de l'allocation des ressources dans l'entreprise. Celle-ci peut être réalisée de manière centralisée par le chef d'entreprise qui répercute ensuite ses décisions sur les ateliers : le chef d'entreprise met au point le plan de production, les ateliers le mettent en œuvre. Cependant, le chef d'entreprise seul ne peut décider qu'en s'appuyant sur une information très grossière. La décentralisation de l'information contribue à une prise de décisions mieux informée : le chef d'entreprise met au point un plan de production concernant des regroupements d'ateliers et ce sont les chefs de ces regroupements qui décideront, en fonction des informations plus précises dont ils disposent, de l'allocation interne au regroupement.

C'est la logique «descendante » du flux d'information qui est donc analysée ou encore la manière dont le plan de production se désagrège avant d'atteindre les ateliers, en s'adaptant au contexte local de la production effective qui se déroule dans un contexte incertain. Elle décrit les décisions nombreuses associées au processus de gestion interne de l'entreprise, isole les critères selon lesquels l'organisation décide qui observe quoi et qui communique quelle information à qui et fournit des éléments d'appréciation pour comparer des systèmes d'information différents. Nous allons examiner, outre les travaux fondateurs de Marschak et Radner, les modèles de Carter

---

[52] Les chapitre III et IV s'appuient sur les surveys de Aoki (1992), Holmstrom et Tirole (1989), Radner (1986, 1992) et Van Zandt (1996).

(1995), Aoki (1986, 1990a), Itoh (1987), Crémer (1980, 1990, 1993) et Geanakoplos et Milgrom (1991).

La théorie du traitement de l'information est l'objet du chapitre IV. Il regroupe un ensemble assez hétérogène de travaux qui considèrent que la fonction principale de la main d'œuvre administrative est de traiter de l'information. L'exemple qui traverse les différents modèles sous revue est celui de la réalisation d'une opération de type associative comme trouver un maximum (sélectionner le meilleur projet) ou calculer une somme (la demande adressée à un groupe d'unités commerciales). Le chef d'entreprise peut décider de faire ces calculs seuls, ou il peut en déléguer une partie à des collaborateurs ou des subordonnés. Dans ce cas, on dit qu'il décentralise le traitement de l'information.

Les flux d'information analysés ici suivent une logique ascendante, orientés vers le chef d'entreprise. La forme associative des problèmes envisagés fait de la hiérarchie la forme organisationnelle de référence de tous les modèles alors qu'elle ne l'était pas forcément dans la théorie des équipes. Enfin, plutôt que d'analyser des problèmes de gestion courante, la théorie du traitement de l'information s'intéresse en priorité au processus de prise de décision globale ou stratégique.

Un premier ensemble de modèles (Sah et Stiglitz, 1985, 1986, 1988, 1991) montre comment la décentralisation du traitement de l'information favorise ou non certains types d'erreurs involontaires qui grèvent les décisions. Un second ensemble, autour des modèles de Beckmann (1960), Williamson (1967) et Calvo et Wellisz (1978, 1979) envisage le traitement de l'information sous un angle bien particulier qui est celui de la supervision ou du « monitoring » des salariés. Enfin, les modèles de Keren et Levhari (1983, 1989), Kennedy (1994), Radner et Van Zandt (1992), Radner (1993), Van Zandt (1996) et Bolton et Dewatripont (1994) se concentrent sur

la question du délai de traitement de l'information. Ainsi ces différents modèles examinent successivement comment la division du travail de traitement de l'information affecte les erreurs involontaires des managers, la distorsion opportuniste de l'information et les délais de décision.

La formalisation du système de production

Le chapitre V est consacré aux modèles qui s'intéressent à la division du travail dans la sphère productive. L'organisation du processus de production y est modélisée soit en assimilant l'organisation à un capital, au même titre que les équipements, soit au travers d'une formalisation de la division du travail ou du partage des tâches entre individus de compétences différentes, génératrice de complémentarités productives.

Les notions de « facteur X » chez Leibenstein (1966, 1979), d'actif spécifique chez Williamson, de « capital organisationnel » chez Prescott et Visscher (1980) ou de « corporate culture » chez Kreps (1990) ou Becker et Murphy (1992) participent à une vision de l'organisation productive qui serait assimilable à un facteur de production spécifique, de type fixe ou quasi-fixe. Les modèles de Otani (1996) et Meyer (1994) participent aussi de cette approche.

Un second ensemble de modèles approfondit la notion de complémentarité technologique telle qu'elle ressort de la notion d'équipe de Alchian et Demsetz (1972). L'idée centrale de ces approches est que le mode d'organisation se traduit par des interdépendances plus ou moins fortes entre salariés, qui vont influencer la forme de la fonction de production. Ces théories ont aussi l'intérêt d'amener des éléments de réflexion sur l'hétérogénéité du facteur travail, absents des théories précédentes. Les travaux sous revue ici sont ceux de Beckmann (1977, 1985), Rosen (1982), Valsecchi (1992), Carmichael et Mac Leod (1993), Lindbeck et Snower (1996),

Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996). Nous nous appuyerons aussi sur les modèles de Milgrom et Roberts (1988, 1990) et Athey et Schmutzler (1994) qui s'appuient sur une formalisation mathématique très spécifique pour traiter de la question des complémentarités.

Nos propres modélisations théoriques s'inscrivent dans cette dernière approche. Un premier modèle, où la main d'œuvre est homogène décrit comment la manière dont la mobilisation du savoir est organisée dans l'entreprise affecte la productivité totale des facteurs et les rendements d'échelle. Dans un second modèle, avec deux catégories de main d'œuvre, nous formalisons deux modes d'organisation qui diffèrent par le degré d'autonomie de la main d'œuvre : dans un mode, les qualifiés préparent le travail des non qualifiés qui exécutent les consignes, dans l'autre, chacun est maître de la conception et de la réalisation de son propre travail. Nous montrons que le premier mode d'organisation se traduit par une fonction de production de type « Cobb-Douglas » alors que le second correspond à une technologie linéaire. Dans le premier cas, en effet, une catégorie de main d'œuvre ne peut pas produire sans la présence de l'autre : la division verticale du travail les rend solidaire dans la production et l'efficacité des uns influence celle des autres. Lorsque chacun devient autonome face à son propre travail, la production totale n'est rien d'autre que somme des productions individuelles : l'efficacité des uns n'affecte plus celle des autres.

Chapitre III : La théorie des équipes : décentralisation de l'information et processus de gestion interne

Les deux pères fondateurs de la théorie des équipes sont Marschak et Radner. Le premier article y faisant référence a été rédigé par Marschak et publié dans *Management Science* en 1955 : «Elements for a Theory of Teams ». Marschak et Radner publient ensuite, en 1972, un ouvrage qui est une sorte de manuel de base de théorie des équipes : *Economic Theory of Team*. Certains chapitres de cet ouvrage sont repris dans *Decision and Organization, A Volume in Honor of Jacob Marschak* (1972). Il est intéressant de noter que cette théorie qui commence à se développer vers le milieu des années 50 n'a fait, à l'époque, que peu d'émules. C'est ce que souligne Arrow (1985) :

> « *Although this theory is now more than thirty years old, its developement has been sporadic. It has had as much influence among control theorists as among economists* » (p.303)

Elle a été est remise à l'ordre du jour dans les années 80 par les articles de Crémer, Arrow et de Aoki (publiés respectivement en 1980 dans *The Bell Journal of Economics*, en 1985 et 1986 dans L'*American Economic review*) où les modèles exposés s'appuient sur la théorie des équipes.

Au travers des questions qu'elle pose et de la vision fonctionnelle de l'organisation qu'elle véhicule, la théorie des équipes est proche des théories

sociologiques de la contingence : ce sont les caractéristiques de l'environnement qui sont déterminantes dans la structuration de l'organisation interne de l'entreprise. Pourtant, ces deux corpus théorique ne se sont pas rencontrés alors qu'ils se sont développés à la même époque, tout en étant complémentaires : la théorie des équipes propose une approche formalisée de l'organisation interne de l'entreprise, les théories de la contingence débouchent sur un travail d'observation très complet et sur la mise en place d'instruments de mesure favorisant l'approche statistique. L'influence de ces deux approches associées à des champs différents se ressent fortement dans les travaux d'un auteur comme Aoki, bien que celui-ci n'ait pas réalisé de tests empiriques.

Dans la section A, nous allons présenter les concepts de base de la théorie des équipes tels que les ont décrits ses pères fondateurs. La section B sera consacrée à des applications récentes autour de deux questions : la sélection de formes organisationnelles optimales pour des structures d'action et de décision données (Carter, 1995 ; Aoki, 1986, 1990a ; Itoh, 1987 ; Cremer, 1990,1993) ; l'organisation optimale de la hiérarchie (Cremer, 1980 ; Geanakoplos et Milgrom (1991).

A. Structures d'information et formes organisationnelles élémentaires

Les unités de base à partir desquels la collecte d'information s'organise sont le poste de travail et l'équipe. Un poste de travail est occupé par une seule personne alors que l'équipe réunit un groupe d'individus dont les actions débouchent sur un résultat commun. Dans les deux sections qui suivent, nous allons présenter les formes organisationnelles élémentaires que Marschak et Radner (1972) définissent autour de ces deux unités de base.

1. L'organisation du poste de travail

Marschak et Radner construisent des outils analytiques pour décrire l'organisation d'une tâche particulière au sein de la firme : la prise de décision. Plusieurs activités nourrissent la prise de décision. Elles peuvent être regroupée en trois grandes catégories : la réception de messages (provenant de l'environnement de la firme ou d'autres membres de la firme), le traitement de ces messages (pour les transformer en autres messages : instructions décrivant les actions à mettre en œuvre, rapports synthétiques), et la communication des messages (vers d'autres membres de la firme ou vers son environnement). L'allocation de ces activités à des individus et à des machines génère la «structure d'information» de l'organisation qui décrit «qui sait quoi». Elle n'est pas neutre sur la performance économique de la firme dès lors que l'on considère que les individus disposent d'une rationalité bornée : ils ne sont pas parfaitement informés de tout les éléments utiles à la prise de décision, ils dénaturent l'information en la transmettant, ils ne parviennent pas toujours à résoudre parfaitement des problèmes complexes :

> *« The capacity of men to transmit and receive information is limited even when enlarged by mechanical communication devices. People and devices with high capacity are in rare supply (and therefore expensive), or just do not exist at all, so that certain information structures are not feasible (or can be said to be infinitely costly). »* (Marschak, Radner, 1972, p. 129).

Ainsi, chaque structure d'information sera caractérisée par un coût composé d'un coût d'observation et d'un coût de communication. Ce sont ces coûts qui justifient une spécialisation de l'information, en ce sens que deux membres de l'organisation peuvent disposer d'informations différentes.

Le concept d'information utilisé par Marschak et Radner est celui de la théorie statistique de la décision. Arrow en donne une définition dans son ouvrage de 1974 :

> *« En termes techniques, on dira que l'individu dispose d'une loi de probabilité* a priori*, définie sur l'espace des signaux possibles. Il faut interpréter au sens large le concept de signal ; certains signaux peuvent informer l'individu des résultats de ses décisions, d'autres peuvent servir de fondement à des décisions, au moins à des décisions implicites de ne pas agir. Un signal est alors un événement susceptible d'altérer la loi de probabilité de l'individu ; en termes plus technique, la distribution a posteriori des signaux, liée par l'un d'eux, peut, en général, différer de la loi* a priori*. Cette transformation des probabilités constitue précisément une acquisition d'information. »* (Arrow, 1974, traduction TRADECOM, PUF, 1976, p. 43).

L'individu, lorsqu'il passe du temps à observer, transforme donc sa vision du monde. Les signaux qu'il perçoit indiquent de manière imparfaite la situation dans laquelle se trouve son environnement car états du monde et signaux suivent une distribution jointe, qui permet de définir une distribution conditionnelle des états du monde sachant le signal reçu par l'agent

Dans ce cadre, la spécialisation de l'information peut être formalisée de la manière suivante. Si x représente un état, incertain, de l'environnement et y_i le signal d'information que l'individu i possède sur x, la structure d'information de l'individu i η_i est une fonction qui relie l'ensemble des états possibles de l'environnement, à l'ensemble des différents signaux d'information possible reçus par i, Y_i :

$$y_i = \eta_i(x) \qquad [3.1]$$

y_i peut être considéré comme un sous-ensemble de X, ou comme une distribution de probabilités sur X ou sur une partition de X. Il y a spécialisation de l'information si l'organisation demande à deux individus différents (i et j) de construire des structures d'information différentes :

$$\eta_i(x) \neq \eta_j(x) \qquad [3.2]$$

Dans la théorie des équipes, il n'y a pas seulement une division du travail dans la collecte et le traitement de l'information, il y a aussi une division du travail dans l'action. Les actions sont déterminées par un ou plusieurs décideurs dans l'entreprise qui définissent la marche à suivre en fonction de l'information dont ils disposent (information qu'ils observent eux-mêmes ou qui leur est transmise par d'autres membres de l'organisation). L'action peut être menée par le décideur lui même ou bien celui-ci peut communiquer, sous forme de message, des instructions à d'autres membres de l'organisation qui seront chargés d'exécuter l'action. Si A_i est l'ensemble de toutes les actions concevables pour l'individu i, a_i, l'action qu'il réalise est l'output de la fonction de décision (ou règle de décision, α) qui relie Y_i à A_i :

$$a_i = \alpha_i (y_i) \qquad [3.3]$$

α_i (y_i) représente donc l'action prescrite par la règle de décision α_i lorsque l'individu i reçoit le signal y_i. L'action est spécialisée lorsque les ensembles A_i et A_j de deux individus différents sont distincts. La spécialisation des actions peut être vue comme une conséquence de la spécialisation de l'information : si une personne dans l'entreprise reçoit toute l'information sur l'état du marché dans une zone géographique donné, il sera moins coûteux pour l'entreprise de demander à cette personne de sélectionner les produits à destination de ce marché. C'est ce que Marschak et Radner appellent la cospécialisation de l'observation et de l'action. Cependant, même si tout le monde dispose de la même information, il peut être plus rentable de spécialiser les actions de chacun, car la décision est, elle aussi, coûteuse. Ainsi, il peut être intéressant de séparer la prise de décision de son exécution, de décomposer une décision globale en un ensemble de problèmes traités par des

individus différents ou de décomposer l'action en différentes étapes exécutées par des individus différents.

Au total, le poste de travail d'un individu i peut être décrit par une structure d'information et une règle de décision (η_i, α_i). La rationalité bornée formalisée par Marschak et Radner s'apparente à une rationalité limitée au sens de March (1978) : c'est une rationalité calculée où les individus, ne pouvant examiner toutes les alternatives possibles, doivent utiliser une règle de décision qui simplifie leur choix.

2. L'organisation de l'équipe

Jusqu'à présent, nous n'avons pas encore défini la notion d'équipe qui devient centrale dès lors que l'on ne cherche plus à décrire les caractéristiques du poste de travail d'un individu particulier mais à décrire l'organisation toute entière. Marschak et Radner (1972) présentent cette notion de la manière suivante :

> *« Actions performed in an organization differ, in general, from those of a single person in two respects. First, the kind of information on the basis of which each member of an organization decides about his actions may differ from one member to another. Thus the production manager and the personnel manager of a company do not completely share information, nor do the commanders of two divisions of the same army. Second, the interests and beliefs of each member of an organization may differ from the interests and beliefs of his fellow members. A team is defined as an organization in which the first but not the second characteristic is present. »* (p. IX).

Par conséquent, une équipe est un groupe de personnes qui prend des décisions différentes sur la base d'informations différentes, dont les actions interfèrent, mais dont le gain associé au résultat joint de l'ensemble des décisions prises est commun. Dans son article de 1955, Marschak justifie cette notion d'équipe de la manière suivante :

> *« In discussing teams, we abstract from special interests of its members. We thus eliminate, at this stage of our inquiry, the difficult problem of bargaining and of incentives, problems raised but not solved by the young theory of games between two or more persons. [In fact, in terms of that theory, our « team » (for example, a pair of partners in a game of bridge) is a single person!]. »* (p. 128).

L'équipe ainsi définie dispose d'une structure d'information et d'une règle de décision qui sont notées de la manière suivante (l'équipe est composée de n membres) :

Structure d'information de l'équipe = $(\eta_1,...., \eta_i,..., \eta_n)$

Règle de décision de l'équipe = $(\alpha_1,...., \alpha_i,..., \alpha_n)$

Différentes structures d'information sont considérées par Marschak et Radner dans le cas où chacun des n membres de l'équipe observe la réalisation d'une variable aléatoire $\xi_i(x)$. ξ_i peut être interprétée comme une fonction d'observation et Marschak et Radner font en général l'hypothèse que les fonctions d'observation respectives des différents membres de l'équipe sont statistiquement indépendantes. La diversité des structures d'information est générée par la nature de la fonction d'observation et par l'existence ou non d'une communication entre membres de l'équipe (tableau 3.1).

Si les agents ne communiquent pas, $\eta_i(x) = \xi_i(x)$ (cas 1), alors que si chaque membre communique à l'ensemble des autres membres de l'équipe l'information dont il dispose, $\eta_i(x) = \xi(x) = [\xi_1(x),...,\xi_i(x),...\xi_n(x)]$ (cas 6). Dans le premier cas, il y a spécialisation totale de l'information, alors que dans le second, la communication uniformise l'information détenue par chacun. Marschak et Radner (1972) décrivent ces deux situations comme étant respectivement décentralisée et centralisée :

> *« We shall say that a team has centralized or decentralized information or, more briefly is a* ***centralized*** *or* ***decentralized*** *team, depending on whether all its members have or do not have the same information structure ».* (p. 130).

La centralisation de l'information est issue, dans le cas qui vient d'être décrit, d'une communication complète. Elle peut aussi être générée par une information complète[53] ($\eta_i(x) = x$, cas 7) ou par une routine, qui correspond à une situation d'absence d'information puisque l'information dont dispose chaque membre de l'équipe est indépendante de l'état du monde ($\eta_i(x)$ = constante, cas 8).

[Insérer tableau 3.1]

Mais la plupart du temps, la structure d'information de l'équipe ne se situe pas dans un cas polaire de décentralisation totale ou de centralisation totale, mais dans un cas intermédiaire où un échange partiel d'information conduit les membres de l'équipe à disposer de certaines informations en commun (cas 2 et 3), ou bien à disposer, dans certains cas d'une information commune (cas 5 et 6).

Enfin, le fait que chaque membre de l'équipe dispose d'une information qui lui est, en partie, propre (la décentralisation partielle de l'information), n'est pas forcément le résultat d'un dispositif volontaire visant à économiser le coût de communication, il peut aussi être engendré par une communication de nature imparfaite. Lorsque la communication est bruitée (cas 9), c'est-à-dire, lorsque toute transmission de message entre deux membres ajoute à l'information un terme d'erreur, il ne suffit plus que la communication soit complète pour qu'elle soit centralisée car alors le contenu de l'information dont dispose chaque membre de

---

[53] La notion de décentralisation de l'information n'a pas de sens dans un univers d'information complète où chaque individu est parfaitement renseigné sur l'état du monde.

l'équipe dépend des canaux que l'information a suivi pour lui parvenir. La communication est source d'hétérogénéité car elle peut déformer l'information.

Selon la terminologie de Marschak et Radner, le couple formé par une structure d'information et une règle de décision définit une forme organisationnelle. Dans leur ouvrage de 1972 ils décrivent plusieurs formes organisationnelles qu'ils présentent sous forme de réseaux (tableau 3.2).

[Insérer tableau 3.2]

Dans ce cadre, les notions de centralisation et de décentralisation vont prendre un nouveau sens. A la centralisation ou décentralisation de l'information s'ajoute une seconde dimension : la centralisation ou la décentralisation de la décision. Celle-ci permet d'établir une distinction entre flux d'information selon leur contenu ou leur place au sein du réseau.

Une forme organisationnelle élémentaire est construite autour d'éléments et de relations. Les éléments sont représentés dans la tableau 3.2 par des cercles. Une personne, un ordinateur ou un service dans une organisation sont des exemples d'éléments. Les relations peuvent être de trois types : relation de l'environnement vers un élément du réseau, relation entre deux éléments du réseau et relation entre un élément du réseau et l'environnement.

La première relation est la relation d'observation, qui conduit à la réception d'un message émis par l'environnement et noté μ. La seconde est la relation de communication entre deux éléments du réseau. Le message transmis dans la communication peut être de trois types différents : transmission d'une observation (μ), d'une instruction ($\gamma(\mu)$), ou encore d'une information sur une action ($\alpha(\mu)$). De plus, comme nous l'avons déjà souligné, la communication peut ajouter du bruit à un

message (ε). La troisième relation est l'action, qui transforme l'environnement. Elle est notée a.

Les relations que l'on vient de décrire correspondent aussi à des catégories de tâches : observer, communiquer, agir. De plus, entre l'observation et l'action, une autre tâche intervient, qui est la décision[54] : si la personne qui observe agit directement en fonction de cette observation, alors elle est en position de décision, mais elle peut aussi agir sur instruction et dans ce cas, la décision a été prise par un élément amont qui a observé ou reçu un message d'observation, qui a traité l'information et qui a communiqué une instruction. Une division du travail peut donc se mettre en place entre les éléments du réseau, au travers d'une spécialisation dans une catégorie de tâches : certaines machines peuvent être dédiées à la communication de flux de messages, le chef d'entreprise passe la plupart de son temps à traiter l'information et à décider, un service de veille technologique est spécialisé dans l'observation, un opérateur de production reçoit des instructions et agit.

Dans ce contexte, il y a centralisation de la décision lorsqu'un seul élément du réseau l'élabore puis la transmet sous forme d'instructions à des éléments dont la tâche consiste à exécuter les instructions. Dans le tableau 3.2, sept formes organisationnelles élémentaires sont présentées, qui varient en fonction du nombre d'éléments constitutifs du réseau et des relations nouées entre ces éléments.

---

[54] En théorie des équipes, la personne qui traite l'information est aussi en général la personne qui décide. On a vu cependant, en examinant les structures d'information possibles que dans le cas de la dissémination de l'information, des éléments peuvent traiter de l'information sans décider d'une action puisqu'ils communiquent un condensé, sous forme de synthèse ou de résumé, de leurs observations.

Le cas 1 est un cas extrême où les éléments agissent comme des robots de manière routinière sans acquérir d'information ni ajuster leur action à l'environnement. C'est un cas qui sert en général de référence.

Le cas 2 se caractérise par une décentralisation totale de la décision (les actions sont réalisées en parallèle sans qu'il y ait d'interaction entre les éléments qui agissent) et de l'information puisque chaque élément dispose d'observations qui lui sont propres. Cette forme élémentaire peut être rendue centralisée en spécialisant l'élément 1 dans l'observation, le traitement de l'information et la décision et l'élément 2 dans l'action (cas 3). Un élément supplémentaire peut être ajouté dans le réseau, en le spécialisant dans la communication d'instruction entre l'élément qui décide et celui qui agit (cas 4). Ce troisième élément qui ouvre un canal de communication est potentiellement source de bruit dans les messages. Dans ces deux cas, le sens et le contenu des message transmis dans le réseau traduisent une relation de subordination entre l'élément aval, qui exécute et l'élément amont qui décide.

Ce réseau élémentaire peut encore être transformé en spécialisant les éléments autour d'une tâche donnée (cas 5) : la décision est centralisée et les catégories de tâches associées aux action 1 et 2 sont réalisées en parallèle, tandis que la communication d'instructions et l'action pour une tâche donnée sont réalisées en série. Réaliser deux séries de tâches en parallèle comme dans ce cas permet de bénéficier à la fois de la spécialisation des éléments et du fait que les actions peuvent être réalisées simultanément plutôt qu'en séquence (on fait 1 et 2 en même temps au lieu de faire 1 puis 2 ou l'inverse). Dans un arrangement de ce type, l'élément 1 prend les décisions en recherchant la meilleure coordination entre les éléments responsables de l'action 1 et ceux responsables de l'action 2. Ce travail de coordination n'existe pas dans une forme organisationnelle totalement décentralisée comme le cas 2.

Les cas 6 et 7, introduisent de la décentralisation dans le réseau de type 4, puisque les éléments 1 et 3 y prennent des décisions. Dans le cas 6, l'élément 3 réalise deux actions, l'une de manière autonome, l'autre sur instruction conçue par 1 et transmise par 2. L'élément 1 a donc délégué une partie de son pouvoir de décision. Dans le cas 7, 1 décide et agit de manière autonome, puis transmet à 3 par l'intermédiaire de 2, soit de l'information sur l'action qu'il a décidée de réaliser, soit de l'information sur les observations qui l'ont poussé à décider, et 3 s'appuie sur ces informations pour prendre sa propre décision. La communication sert ici de vecteur de coordination entre éléments.

B. Le problème de l'équipe et son mode de résolution

Le problème que l'équipe (ou que l'organisateur de l'équipe) doit résoudre est celui de la recherche d'une forme organisationnelle optimale :

> « *The team problem is to choose simultaneously the team information structure and the team decision rule that will yield the highest expected utility, taking account of information and decision costs* ».(Marschak, Radner, 1972, p. 124).

Ainsi l'équipe (composée de n membres, i=1 à n) recherche la forme organisationnelle ou le couple (η,α) qui maximise le gain collectif attendu par l'équipe, connaissant les coûts d'information et de décision. Ce problème est d'ordre stratégique et sa résolution incombe au chef d'entreprise et à son état major (le centre). Cependant, celle-ci peut conduire à opter pour une forme organisationnelle où la délégation de certaines décisions opérationnelles est préférée à la configuration où le centre prend toutes les décisions.

Le problème de l'équipe est en général résolu en deux temps. Tout d'abord le centre recherche, pour une structure d'information données η, la meilleure règle de

décision α, c'est à dire celle qui maximise le gain attendu de l'équipe, noté $\Omega(\eta,\alpha)$ et défini de la manière suivante :

$$\Omega(\eta,\alpha)=E\omega(x, \alpha_1[\eta_1(x)], \ldots, \alpha_n[\eta_n(x)]) \qquad [3.4]$$

Puis le centre compare les structures d'information alternatives en fonction du gain attendu maximal dont elles peuvent bénéficier et des coûts de mise en place associés. Pour simplifier ce classement des structures d'information, ce sont en général les écarts au cas où la structure d'information est « nulle » ou « routinière » qui sont comparés. Ces écarts sont interprétés comme des mesures de la valeur d'une structure d'information et notés $V(\eta)$:

$$\begin{aligned} V(\eta) &= \max_{\alpha} \Omega(\eta,\alpha) - \max_{\alpha} \Omega(0,\alpha) \\ &= \max_{\alpha} \Omega(\eta,\alpha) - \max_{\alpha} E(x,a) \end{aligned} \qquad [3.5]$$

Pour résoudre ce problème, la théorie des équipes fournit, en fait, peu de règles générales, elle procède plutôt par l'analyse de cas plus ou moins particuliers, cherchant à approcher des formes organisationnelles existantes en se référant aux formes élémentaires du tableau 3.2 et en se donnant *a priori* une fonction de gain qui est toujours une fonction quadratique des variables d'action :

$$\omega(x,a) = \lambda(x) + 2a'\mu(x) - a'Q(x)a \qquad [3.6]$$

où a est un vecteur colonne avec les a_i pour coordonnées, μ est un vecteur dont la valeur est une fonction de l'état du monde et Q(x) est une matrice n x n définie positive dont les valeurs dépendent aussi de l'état du monde. Cette fonction de gain peut aussi s'écrire de la façon suivante :

$$\omega(x,a) = \lambda(x) + 2\sum_{i=1}^{n}\mu_i(x)a_i - \sum_{i,j=1}^{n}\nu_{ij}(x)a_i a_j \qquad [3.7]$$

On peut prendre un exemple simple de fonction de bien d'une équipe avec deux membres spécialisés dans deux domaines d'action différents :

$$\omega(x,a) = \lambda(x) + 2\mu_1(x)a_1 + 2\mu_2(x)a_2 - \nu_{11}(x)a_1^2 - 2\nu_{12}(x)a_1a_2 - \nu_{22}(x)a_2^2$$
$$\text{avec } Q(x) = \begin{pmatrix} \nu_{11}(x) & \nu_{12}(x) \\ \nu_{12}(x) & \nu_{22}(x) \end{pmatrix} \qquad [3.8]$$

L'usage d'une fonction quadratique pour calculer les gains de l'équipe présente l'avantage d'expliciter l'effet direct de l'action de chaque agent (termes simples) et son effet composé avec l'action des autres agents (termes croisés). Ainsi, en théorie des équipes, les individus interagissent de deux manières différentes : dans leurs actions, qui sont plus ou moins interdépendantes et dans leurs échanges d'information qui peuvent impliquer un ajustement mutuel des actions. L'usage d'une fonction de gain quadratique est critiqué par Arrow (1985) qui montre que cette forme peut conduire à des résultats très contre-intuitifs. Néanmoins, la fonction de gain quadratique peut être vue comme une approximation (développement limité au second ordre) d'une fonction continue (qui peut être non linéaire) au voisinage de l'optimum pour chaque état du monde.

$\mu_i(x)$ est souvent un scalaire et représente une fonction de l'état du monde pertinente pour les effets directs de l'action de i. Par exemple, a_i représente l'acquisition d'une certaine quantité de facteur i, et $\mu_i(x)$ le prix du facteur i, qui est sensible aux variations de l'état de l'environnement (climat, épidémie, conjoncture etc.). Une forme spéciale d'organisation peut consister à demander à l'individu i, responsable de l'action a_i, d'observer $\mu_i(x)$. On retrouve là, sous une présentation

formalisée, le cas de co-spécialisation de l'observation et de l'action évoqué plus haut. Cette spécialisation peut être source d'économies, car alors chaque membre de l'équipe connaît, en quelque sorte, l'effet au premier ordre ou l'effet direct de ses actions. Enfin, il est fréquent de considérer en fait les composantes de Q comme fixes, indépendantes de l'état du monde, avec $\nu_{ij} = \nu$ et $\nu_{ii} = 1$: on est alors dans un cas simplifié d'interactions identiques et invariantes entre membres de l'équipe.

Le problème de l'équipe est donc en général posé en se donnant au préalable une structure d'action (qui fait quoi dans la division productive du travail ?), une structure de décision (qui décide du contenu des actions ?) et en comparant différentes structures d'information (qui observe quoi et qui communique quoi à qui ?). La structure d'action est implicite dans la fonction de gain que l'on se donne. La structure de décision est implicite dans le mode de résolution du problème (est-ce le centre qui décide de l'ensemble des actions ou biens certaines actions sont-elles déterminées par certains membres de l'équipe ?). La structure d'information est en général explicitement posée.

Le calcul de la règle de décision optimale, première étape de résolution du problème de l'équipe se fait simplement en annulant la dérivée première de la fonction de gain par rapport à chaque a_i et conditionnellement à y_i, c'est-à-dire à l'information dont dispose l'agent i.

Dans le cas simple de la fonction de gain donnée par 3.8, Marschak et Radner (1972, p. 160, *théorème 2*) montrent que les règles de décision optimales ($\hat{\alpha}_1$, $\hat{\alpha}_2$), sont déterminées par les conditions suivantes : pour tout y_1 et y_2 ($y_i=\eta_i(x)$),

$$\begin{cases} \alpha_1(y_1)E(\nu_{11}/y_1) + E(\alpha_2\nu_{12}/y_1) = E(\mu_1/y_1) \\ E(\alpha_1\nu_{12}/y_2) + \alpha_2(y_2)E(\nu_{22}/y_2) = E(\mu_2/y_2) \end{cases} \qquad [3.9]$$

Si on simplifie la fonction de gain en rendant les termes quadratiques constants, indépendants de x :

$$\omega(x,a) = \lambda(x) + 2\mu_1(x)a_1 + 2\mu_2(x)a_2 - a_1^2 + 2qa_1a_2 - a_2^2 \qquad [3.10]$$

et si l'on suppose que les coefficients des termes linéaires (μ), ainsi que les variables d'information (y) sont distribuées selon une loi normale de manière à ce que (i=1,2), $Ey_i=0$, $Var(yi)=1$[55], $Corr(y_1 y_2)=Ey_1y_2=r$, $Cov(\mu_i, y_i)=d_i$, alors les règles de décision optimales ($\hat{\alpha}_1$, $\hat{\alpha}_2$) sont linéaires (Marschak et Radner, 1972, p. 166, *théorème 3*), telles que :

$$\hat{\alpha}_i(y_i) = c_i + b_i y_i,$$
$$\text{et} \begin{cases} b_i = \dfrac{d_i + qrd_j}{1-q^2r^2} \\ c_i = \dfrac{E\mu_i + qE\mu_j}{1-q^2} \end{cases} \qquad [3.11]$$

Ce cas fournit un cadre simple pour analyser l'influence de la variabilité (d_i) et de la corrélation (r) des variables d'information sur le choix d'une structure d'information optimale.

Dans le cas plus général d'une équipe à n membres (i=1, . . .,n), où la fonction de gain est décrite par [3.7], les règles de décision optimales sont déterminées ne manière unique par les conditions suivantes (Marschak et Radner, 1972, p. 167, *théorème 4*) :

---

[55] Il n'y a pas de perte de généralité à faire cette hypothèse, car une fonction η_i donnée peut toujours être transformée, par standardisation, en une fonction qui a ces propriétés et sans perte de généralité.

$$\alpha_i(y_i)E(\gamma_{ii}/y_i)+\sum_{j\neq i}E(\alpha_j\gamma_{ij}/y_i)=E(\mu_i/y_i)\quad i=1,\ldots,n \qquad [3.12]$$

Ici encore, les règles de décisions optimales peuvent être simplifiées plus avant dans le cas de distributions normales, car alors, elles sont linéaires (Marschak et Radner, 1972, p. 168, *théorème 4*). Si les fonctions ν_{ij} sont constantes ($\nu_{ij}(x)=q_{ij}$), si les structures d'information individuelles η_i s'écrivent sous forme de vecteur ($\eta_i(x)=(y_{i1}, \ldots, y_{iMi})\equiv y_i$), et si les fonctions μ_i et η_i sont distribuées selon des lois normales jointes avec, $Ey_{ih}=0$, $Var(y_{ih})=1$, $Corr(y_{ih},y_{jk})=Ey_{ih}y_{jk}=r_{hk}^{ij}$, ($r_{hk}^{ij}=0$ pour $h\neq k$), $E\mu_i=m_i$, $Cov(\mu_i, y_{ih})=d_{ih}$, alors les règles de décision optimales s'écrivent :

$$\hat{\alpha}_i(y_i)=\sum_{h=1}^{M_i}b_{ih}y_{ih}+c_i\text{, avec } b_{ih} \text{ et } c_i \text{ déterminés par,}$$

$$\begin{cases}\displaystyle\sum_{j=1}^{n}q_{ij}\sum_{k=1}^{M_j}r_{kh}^{ji}b_{jk}=d_{ih}, & i=1,\ldots,n\,;\,h=1,\ldots,M_i \\ \displaystyle\sum_{j=1}^{n}q_{ij}c_j=m_i, & i=1,\ldots,n\end{cases} \qquad [3.13]$$

Cette présentation de la résolution du problème de l'équipe reste incomplète puisque jusqu'à présent, on a raisonné sur une sorte de fonction de gain brut qui néglige les coûts associés à la collecte de l'information, à la communication, ainsi qu'à la mise en place d'une forme organisationnelle ou d'un réseau. Ceci est reconnu par Marschak et Radner comme étant un défaut ou une carence de leur théorie. Ils la justifie en signalant que peu d'éléments conceptuels et empiriques permettent de poser les fondements d'une théorie de ces coûts.

L'analyse de ses coûts est cependant importante car ils interviennent forcément dans les arbitrages entre différentes structures d'information ou différents réseaux. Négliger ces coûts revient, en quelque sorte, à modéliser une information imparfaite

plutôt qu'une rationalité bornée à proprement parlé, car l'effort associé à l'acquisition et au traitement de l'information n'est pas formalisé.

De plus, l'analyse du coût de mise en place d'une forme organisationnelle est fondamentale, dès lors que l'on se pose la question du changement organisationnel. En effet, si une réorganisation est coûteuse, alors il peut être dans certains cas plus intéressant de rester proche, dans son choix organisationnel de la structure qui fonctionne déjà.

Nous allons à présent examiner comment ces outils ont été utilisés dans les années 80 et 90 pour décrire la structuration interne des entreprises au sein de deux types de problématique différentes.

La première est une application relativement directe des éléments qui viennent d'être présentés. On se donne une division du travail (une structure d'action) et bien souvent une structure de décision, on définit un ensemble fini de formes organisationnelles alternatives qui diffèrent par leur structure d'information et on compare leur efficacité en fonction des paramètres de l'environnement. Autrement dit, ces modèles analysent et comparent les coûts stochastiques associés à différentes structure d'information pour une division du travail prédéterminée, et bien souvent pour une structure de décision donnée. Nous allons examiner trois modèles relevant de cette approche et leurs extensions (Carter, 1995 ; Aoki, 1986, 1990a ; Crémer 1990, 1993). Derrière les deux premiers modèles se profile la question des conditions de la supériorité du modèle industriel japonais, perçu comme associé à une décentralisation de la décision que le modèle industriel occidental. Le modèle de Crémer, quant à lui, se pose la question de la décentralisation de l'information : dans quelles conditions est-il préférable d'inciter les membres de l'organisation à spécialiser leurs informations ?

La seconde catégorie de modèle (Crémer, 1980, Geanakoplos et Milgrom, 1991) pose une question qui est en amont de celle posée par la catégorie précédente : il s'agit de déterminer comment subdiviser une décision complexe en étapes successives de manière à concevoir la meilleure division du travail dans le traitement de l'information et la prise de décision. Ces modèles sont plus proches des travaux traditionnels ayant tenté de conduire une analyse de la bureaucratie. Ils visent à déterminer certains paramètres optimaux structurant la hiérarchie. Ils vont au-delà de l'analyse des coûts stochastiques des structures d'information pour examiner la question des coûts d'organisation et sont relativement proches des modèles de théorie du traitement de l'information que nous allons examiner ensuite.

1. La sélection des formes organisationnelles

a) L'articulation d'un service de production et d'un service de marketing

L'article de Carter (1995) est une application assez directe du problème de sélection d'une forme organisationnel dans le cas où le travail est divisé entre un service marketing et un service de production. Le service de marketing, rassemble l'information disponible dans les points de vente, connaît les recettes de la firme et la manière dont elles sont affectées par les fluctuations de la demande ou la stratégie de la concurrence. Le service de production, quant à lui, observe les coûts et leurs variations (pannes de machine ou absentéisme par exemple) et met en œuvre les choix concernant le plan de production.

Dans cet exemple, on se donne au préalable une division du travail, elle-même génératrice d'une structure d'information « naturelle » : le service qui vend connaît les recettes, celui qui produit connaît les coûts. Dans le cadre de cette division du travail, on cherche comment modifier la structure d'information de manière à ce que

les chocs qui affectent prix de vente et prix de revient soient gérés de la manière la plus profitable possible.

L'ensemble des formes organisationnelles possibles est donné *a priori*, et n'épuise pas le réel. Le tableau 3.3 présente les sept alternatives proposées par l'auteur. A l'exception du dernier cas, la décision est toujours centralisée, c'est à dire prise par un seul service. Ce n'est donc pas tant l'unicité du lieu de décision qui distingue les formes organisationnelles que l'identité de l'élément qui prend la décision : unité dédié à la décision (D), à la production (P) ou au marketing (M). Du point de vue de la décision, le dernier cas est particulier puisque celle-ci y est prise de manière conjointe par la production et le marketing. De plus, dans tous les cas, une seule action est mise en œuvre : la production, par le service de production d'une quantité de bien, notée a. La manière dont cette action est réalisée n'est pas considérée, comme en général en théorie des équipes, où ce sont des processus de gestion interne, concernant la phase de préparation de la production (choix des quantités de facteurs, choix du niveau de production) qui sont examinés. Dans sa discussion, Carter assimile certaines des formes organisationnelles recensées à des entreprises ou à des principes de management.

[Insérer tableau 3.3]

Ainsi, l'entreprise Ford des années 30 était dominées par la production (cas 2) : le choix de la quantité de voitures produites était prise par le service de production, sur la base d'une information complète sur les coûts, y compris les aléas les affectant et d'une information très fruste sur la demande. Autre exemple, les services publics avant leur privatisation au Royaume-Uni (eau, transports ferroviaires) relevaient d'une gestion centralisée (cas 6) : les guichets et la production transmettaient à un

décideur unique les informations pertinentes pour la fixation des quantités à produire, par l'intermédiaire d'un canal de communication générateur de bruit.

Au delà de ces cas particuliers, Carter désigne certaines forme d'organisation comme relevant d'un style de management occidental, d'autres comme relevant d'un style de management japonais. La référence sous-jacente à ce type de classement est Aoki (1986, 1990a, 1990b), sur les travaux duquel nous allons revenir. Ainsi, la routine serait une forme organisationnelle courante dans les lignes de production occidentales (cas 1), conçues pour produire une variante d'un bien sur une durée planifiée en fonction de la demande attendue et avec des ajustements *ex post* à la demande réelle au moyen de variations de stock.

Opposées à la routine, la domination par le marketing (cas 3) et la mise en commun de l'information (cas 7) sont proches d'un style de management japonais. La première peut être comparée au principe de production en «juste-à-temps » qui vise à produire à la demande plusieurs variantes de l'output en s'ajustant au jour le jour aux messages informatiques transmis par les points de vente. La production en « juste-à-temps » s'apparente plus au cas 3 qu'au cas 5 (firme tirée par le marketing), car il n'implique pas, selon l'auteur, de retour d'information de la production vers les points de vente. Elle s'oppose de manière nette au cas 2, assimilé comme nous l'avons vu,à l'entreprise Ford dans les années 30. La démarche de qualité totale, étiquetée comme étant d'origine japonaise dans bon nombre de manuels de gestion s'apparente au cas 7 de mise en commun de l'information. Pour établir ce parallèle, il faut considérer que le terme a qui intervient dans la fonction de gain n'est pas le niveau de la production, mais sa qualité. Un gestion routinière de la qualité correspond à une organisation où un spécialiste vérifie *ex post* la qualité de chaque étape de la production et envoie au rebut les pièces dont la qualité est en deçà du niveau attendu. La qualité totale implique que tout au long du processus de

production, les impératifs de qualité soient pris en compte afin qu'à chaque étape, un ajustement puisse avoir lieu si une baisse de qualité est constatée.

Une fois les formes organisationnelles posées et assimilées à des formes existantes, l'auteur compare leur efficacité relative en résolvant le problème de l'équipe posée dans la section précédente. La fonction de gain choisie a une forme proche de [3.8], à ceci près que les deux membres de l'équipe (M et P) concourent à une seule action, la production de l'output (a), mise en œuvre par le service de production P :

$$\omega(x,a) = \lambda_a + \mu_b(x)a - \mu_c(x)a - \frac{1}{2}\nu_a a^2 \qquad [3.14]$$

Les coefficients $\mu_b(x)$ et $\mu_c(x)$, observés respectivement par le service de marketing et le service de production sont stochastiques, variant selon l'état du monde réalisé x. Ils sont indépendants l'un de l'autre et distribués selon une loi normale. $\mu_b(x)$ peut être interprété comme la recette marginale de la firme tandis $\mu_c(x)$ s'apparente au coût marginal. Ces coefficients ont une moyenne et une variance définies par :

$$\begin{aligned} &E\mu_b(x) = \overline{\mu}_b;\ E\mu_c(x) = \overline{\mu}_c;\ Var(\mu_b(x)) = \sigma_b^2;\ Var(\mu_c(x)) = \sigma_c^2 \\ &Cov(\mu_b(x),\mu_c(x)) = 0 \end{aligned} \qquad [3.15]$$

λ_a et ν_a sont des constantes, la seconde ayant pour fonction d'assurer la concavité de la fonction de gain. Comme l'indiquent les différents cas du tableau 3.3, si le service de production connaît $\mu_c(x)$, il ne connaît qu'un estimateur grossier de $\mu_a(x)$, égal à son espérance, et inversement pour le service de marketing. Les membres des deux services peuvent cependant se communiquer de l'information sur leur domaine de compétence, mais ce faisant, ils rajoutent un terme d'erreur à l'information (ε_b et

ε_c respectivement), distribué selon une loi normale d'espérance nulle. Ils peuvent aussi mettre en commun leur information pour prendre une décision jointe.

Pour déterminer les conditions dans lesquelles une forme organisationnelle prend le dessus sur une autre en terme de performance, il est nécessaire de comparer le gain maximal associé à chaque forme organisationnelle, mais cela n'est pas suffisant, car il y a aussi un coût d'organisation à prendre en compte, au delà des coûts stochastiques associés à l'usage de telle ou telle structure d'information. Ces coûts recouvrent à la fois le coût associé à une décision donnée (coût d'information et de communication) et le coût de mise en place de la forme organisationnelle. L'auteur se limite à hiérarchiser intuitivement ces coûts, tout en soulignant que le défaut d'analyse dans ce domaine est le reproche principal que l'on peut adresser à son travail[56]. Ainsi, l'organisation routinière et l'organisation dominée par la production seraient peu coûteuse à mettre en place, tandis que la mise en commun de l'information serait, elle, très onéreuse.

b) Structures d'information centralisées ou décentralisées : regards japonais sur la question de la décision des ajustements productifs opérationnels

Pendant les années 80, la description que les économistes Japonais ont fait des ressorts de la compétitivité de leur pays est venu alimenter la réflexion sur la genèse et le succès des modèles industriels. Aoki a très largement contribué à cette réflexion en réhabilitant la théorie des équipes qu'il sollicite dans deux modèles théoriques (1986, 1990a). Ils constituent une pièce d'une théorie d'ensemble du fonctionnement interne de la firme (1988, 1990b, 1994) où structure d'information, structure

[56] Comme nous l'avons déjà indiqué, ce défaut est aussi présent dans les travaux de Marschak et Radner.

d'incitation et structure de contrôle financier entretiennent des relations de complémentarité énoncées sous forme de «principes de dualité »[57]. Cette pièce est bien sûre celle de la description formelle des structures d'information.

Dans ses différents travaux, Aoki cherche à cerner les spécificités de la firme industrielle japonaise, comparée à son homologue américaine. Alors que dans la seconde moitié des années 80 les Etats-Unis et l'Europe semblent s'enliser dans la crise, l'économie Japonaise affiche une bonne santé insolente qui fascine les observateurs. Pour certains comme Womack, Jones et Roos du MIT (1990), le modèle industriel japonais est appelé à dominer le monde : si les fabricants d'automobiles souhaitent survivre, il doivent aligner leurs méthodes de production sur leurs concurrent Japonais comme la firme Toyota. Cette vision des choses trouve des échos en France, chez les économistes (Coriat, 1991) aussi bien que chez les sociologues du travail. Un des résultats les plus commentés de Aoki chez les économistes vient de son ouvrage de 1988 et concerne les plages d'efficience relative du modèle d'organisation « centralisée » par rapport au modèle « décentralisé ».

> *« […] horizontal coordination may be more efficient than hierarchical coordination in the highly competitive market environment in which demand fluctuates continuously, but not drastically. […]. On the other*

[57] Dans son ouvrage de 1988, Aoki n'énonce qu'un seul principe dual : une structure d'information décentralisée (respectivement centralisée) est complémentaire avec une structure d'incitation centralisée (respectivement décentralisée). Ici la structure d'incitation renvoie aux pratiques de gestion de la main d'œuvre et à l'opposition promotion par la hiérarchie par échelons (centralisé) / promotion par la mobilité entre entreprises au sein d'un métier (décentralisé). Ce principe s'enrichit de deux autres dans l'article de 1990, paru dans le *Journal of Economic Literature.* Le second principe de dualité évoque une complémentarité entre la structure de contrôle financier et la structure d'incitation : lorsque la première est faiblement hiérarchique (les financiers interviennent peu dans les décisions), la seconde est fortement hiérarchique (les décideurs sont fortement sélectionnés par la hiérarchie de rang). Enfin, le dernier principe souligne l'existence d'un contrôle dual du gouvernement d'entreprise au Japon où les l'intérêt des employés et ceux des financiers sont également représentés. Dans l'entreprise japonaise archétypique, on aurait donc à la fois une structure d'information décentralisée, une structure d'incitation centralisée, un contrôle financier faiblement hiérarchique et un contrôle dual du gouvernement d'entreprise.

hand, hierarchical coordination may be more efficient in the market environment in which demand is very stable or changes drastically […] ». p. 44.

Nous reviendrons sur ce résultat dans le chapitre VI. Il s'agit en fait d'un résultat classique de la sociologie des organisations. Itoh met une autre version de ce résultat au goût économique dans un modèle de théorie des équipes publié en 1987. Il y explique comment l'idée de son modèle se rattache à un travail monographique de comparaison entre entreprises américaines et japonaise réalisé par une équipe japonaise (Kagono et alii, 1985) qui semble fortement influencée par les théories sociologiques de la contingence. Aoki reprend des éléments de la formalisation de Itoh dans un modèle qui ne sera publié qu'en 1990 mais auquel il fait déjà référence dans son ouvrage de 1988.

(1) Structures d'information horizontales et verticales

Dans ses deux modèles, Aoki se situe dans le cas très général envisagé par Crémer (1980) d'une entreprise ayant n ateliers qui produisent chacun un vecteur de biens de dimension s. Ces ateliers sont en situation d'interdépendance technique car ils réalisent entre eux des transferts de produits intermédiaires. Par conséquent, la production des ateliers en amont influence les coûts des ateliers en aval. Soit x_i[58], le vecteur de production nette de l'atelier i, de dimension s. Ce vecteur est composé de termes x_{ij}, qui représentent la production de bien j réalisée par l'atelier i diminuée de la quantité de bien j utilisée par l'atelier i pour produire. Une quantité x_{ij} négative indique que le bien i est plutôt un facteur de production, tandis que x_{ij} positif indique un output. Par ailleurs, la production nette de l'atelier i est affectée par des aléas ou

[58] Ici, on retrouve un système de notation propre à la microéconomie de la production. x ne représente donc plus un état du monde, mais une production nette. x_i est un vecteur qui représente l'ensemble des actions réalisées par l'atelier i. De plus, dans cet exemple, l'équipe n'est pas composée de n individus, mais de n ateliers.

des chocs, représentés par le vecteur de variables aléatoires u_i[59], tel que $Eu_i=u_i^*$, $E(u_i-u_i^*)(u_i-u_i^*)=var(u_i)$ et $E(u_i-u_i^*)(u_j-u_j^*)=0$ pour $i\neq j$. Le schéma du tableau 3.4 donne un exemple de structure productive de ce type avec deux ateliers (i=1 et 2) et deux produits (j=1 et 2), dont l'un est un input (j=1) et l'autre un produit intermédiaire et un output (j=2).

Ici, l'entrepreneur ou l'équipe calcule pour minimiser le coût plutôt que pour maximiser le gain. La composition des intrants et de la production de chaque atelier est un préalable qui est donné. Comme dans l'exemple de Carter (1995), il ne s'agit pas de trouver la meilleure technique de production, mais de trouver l'organisation de la collecte, du traitement et de la communication de l'information qui conduit à minimiser, grâce à de l'information *a posteriori*, l'erreur faite en planifiant la production sur la base de la loi de probabilité *a priori* dont dispose l'équipe sur ses coûts, c'est-à-dire sans savoir exactement les problèmes de panne, d'absentéisme, de livraison etc. qui se poseront lors de sa mise en œuvre. Le coût total de l'atelier i s'écrit :

$$C_i(u_i, x_i) = [x_i - u_i]' B_i [x_i - u_i] + A_i \qquad [3.16]$$

avec B_i matrice semie-définie positive avec au moins un élément diagonal strictement positif et Ai constante. Le coût total de l'entreprise est la somme des coûts supportés par les différents ateliers :

$$C(u, x) = \sum_{i=1}^{n} C_i(u_i, x_i) \qquad [3.17]$$

---

[59] Les aléas u_i, qui affectent les coûts de l'atelier i sont les homologue des $\mu(x)$ et $\nu(x)$ dans la section de présentation de la théorie des équipes.

On voit, ici, pourquoi le problème posé par Aoki est plus complexe que celui posé par Carter (1995) : la forme quadratique utilisée traduit le coût associé aux actions (x) et aux informations (sur u) d'un seul membre de l'équipe (un atelier) et non le coût (ou le gain) associé aux actions ou aux information de différents membres d'une même équipe. On doit donc à la fois tenir compte des interdépendances entre les différentes actions ou observations réalisées au sein d'un atelier et des interdépendances entre les ensembles d'actions réalisées par différents ateliers.

Le programme de l'entreprise s'écrit :

$$\begin{aligned} &\underset{x_i}{\text{Min}}\ E[C(u,x)] = \sum_i E[C_i(u_i, x_i)] \\ &\text{sc}\ \ x = \sum_i x_i = \sum_i x_i^d \end{aligned} \qquad [3.18]$$

où x représente l'offre optimale de l'entreprise et x_i^d, la demande adressée à chacun des ateliers. Quelles sont les structures d'information alternatives envisagées par Aoki ? Notons tout d'abord que ce que Aoki dénomme « structure d'information » correspond plutôt à ce que Marchak et Radner définissent comme une « forme organisationnelle » : elle est décrite à la fois par l'identité de ceux qui décident des ajustements opérationnels de la production et par le contenu des informations sur lesquels ils s'appuient pour décider. De plus, dans les modèles examinés[60], les notions de centralisation et de décentralisation s'appliquent à la décision et non pas à l'information : au sein de chacune des deux configurations, tous les ateliers ont la même structure d'information. L'information est donc toujours centralisée (au sens de Marschak et Radner, 1972). Les modèles diffèrent donc par

[60] A une exception près, qui est celle de la coordination horizontale imparfaite.

l'identité de celui ou de ceux qui prennent les décisions, identité qui détermine le contenu de l'information qui est connue de tous les décideurs. Aoki ne s'intéresse pas aux décisions stratégiques de la firme, qui sont prises par des cadres d'état-major un peu partout dans le monde, mais aux décisions opérationnelles prises dans le cours du processus de production. Les premières engagent la firme à long terme, les secondes correspondent à des ajustements à court terme (« fine tuning »). Ils les appelle « décisions de coordination organisationnelle » (Aoki, 1990a) :

> *« There is no inherent reason why organizational co-ordination must be centralized by management. On the contrary, under certain conditions the separation of global and local decisions may contribute to informational efficiency (the generation of information value). » p. 42.*

Enfin, il y a une relative ambiguïté sur la structure d'information qui correspond à l'archétype de la firme Américaine ou hiérarchique (A ou H) et à celle qui porte les couleurs de l'archétype de la firme J.

Tout d'abord, comme toujours en théorie des équipes, Aoki envisage le cas routinier où aucune information supplémentaire n'est collectée sur les coûts (cas 1 dans le tableau 3.4). La production y est planifiée sur la base de Eu_i (u_i*)[61]. Le cas opposé est aussi envisagé, où l'information est complète ou parfaite (cas 2 ou IP). Ces deux cas sont respectivement appelés « contrôle imparfait » et « contrôle parfait ».

[Insérer tableau 3.4]

Les règles de décision optimales concernent les choix de niveau de production des ateliers. Elles peuvent s'identifier aisément pour le contrôle parfait et le contrôle.

---

[61] Information connue *a priori* sur la loi suivie par u_i, d'où l'intitulé de « prior planning » parfois utilisé par Aoki.

On les note respectivement x_i^p et x_i^n (x^p et x^n représentent la production totale de la firme dans chacun de ces deux cas). Elles s'écrivent :

$$
\begin{aligned}
& x_i^p = u_i + B_i^{-1} B\left[x^p - U\right] \\
& x_i^n = Eu_i + B_i^{-1} B\left[x^n - U^*\right] \qquad [3.19] \\
& \text{avec} \quad B = \left[\sum B_i^{-1}\right]^{-1}, \; U = \sum_i u_i, \; U^* = \sum_i Eu_i
\end{aligned}
$$

Les coûts totaux C^p et C^n correspondant à ces solutions optimales sont les suivants :

$$
\begin{aligned}
& C^p = C^{*p} + tr\left[BVar(U)\right] \\
& C^n = C^{*n} + \sum_i tr\left[B_i Var(u_i)\right] \\
& C^{(p,n)*} = \left[x^{(p,n)} - U^*\right]' B\left[x^{(p,n)} - U^*\right] + \sum_i A_i \qquad [3.20] \\
& tr\left[BVar(U)\right] = E\left\{\left[U - U^*\right]' B\left[U - U^*\right]\right\} \\
& tr\left[B_i Var(u_i)\right] = E\left\{\left[u_i - Eu_i\right]' B\left[u_i - Eu_i\right]\right\}
\end{aligned}
$$

Le choix d'une structure d'information vise à s'éloigner du résultat du contrôle imparfait pour se rapprocher de celui du contrôle parfait. Les solutions optimales d'une structure d'information peuvent en général s'écrire en fonction des solutions exprimées dans 3.20. Aoki utilise aussi le concept de valeur d'une structure d'information ($V(\eta)$) proposé par Marschak et Radner (1972) et formellement définie par l'équation [3.5].

Dans son modèle de 1986, Aoki désigne comme étant hiérarchiques (H) les structures d'information de type 3 ou 4 : contrôle à rationalité limitée ou pondération entre contrôle à rationalité limitée et contrôle imparfait. Dans ces deux cas, c'est

l'entrepreneur ou le centre qui planifie la production pour tous les ateliers. Notons que dans le cas routinier, la notion de centre a peu de raison d'être : les ateliers réalisent toujours le même plan de production calculé une fois pour toutes sur la base de la connaissance *a priori* de Eu_i. Dans le cas 3, le centre observe imparfaitement les aléas qui affectent les ateliers puisqu'il enregistre le signal u_i+v_i plutôt que u_i. Par ailleurs, il a besoin de temps pour calculer comment les productions respectives des uns et des autres vont devoir s'ajuster aux chocs : à t, il transmet des instructions correspondant à un calcul qui s'appuie sur ses observations bruitées de $t+\Delta$. Aoki fait une hypothèse assez forte sur la forme prise par les erreurs du centre, puisque la variance de ces erreurs est supposée proportionnelle[62] à celle des aléas. De plus, il suppose que les aléas suivent un processus autorégressif du premier ordre. Ils sont donc liés entre eux dans le temps par une relation qui dépend du délai écoulé (Δ), de la « mémoire » ou du degré de volatilité de l'environnement (ϑ) et de la variance de l'aléa[63].

Aoki montre que dans ce cas très particulier, il n'est pas toujours avantageux d'utiliser les services du centre, et notamment lorsque celui-ci est incompétent (son observation est très imprécise et les calculs lui prennent beaucoup de temps). Il propose alors le cas 4 où le centre choisit de pondérer la solution qu'il calcule en s'ajustant avec délai à une observation imparfaite (coefficient α) et celle qu'il calcule dans le cas routinier (coefficient $1-\alpha$). Ainsi il tient compte à la fois de Eu_i et de

---

[62] Le rapport de proportionnalité γ, est interprété comme le degré d'imprécision de la perception du manager : plus il est grand, plus le manager se trompe.

[63] L'introduction du temps dans le problème de l'équipe est évoqué par Marschak et Radner (1972), dans le chapitres 7 de leur ouvrage (pp. 233-265). Selon eux, l'indexation par le temps demande un traitement particulier car elle est associée à des structures d'information particulières (il y a de la mémoire et des délais), à des propriété statistique des états du monde (qui peuvent suivre des processus autorégressif, impliquant une forme de

u_i+v_i. Le coefficient α, qui résulte d'une optimisation (voir le tableau 3.4 pour son expression précise), est d'autant plus petit que l'imprécision du centre est forte, que le délai de traitement de l'information est important et que les aléas de coût sont peu corrélés dans le temps (l'environnement oublie vite son histoire, il est volatile)[64]. Dans son modèle de 1990 (1990a), Aoki désigne comme modèle de production hiérarchique (H) le cas routinier. En fait, dans cet article, il injecte la formalisation de l'erreur du modèle de contrôle à rationalité limité (cas 3) dans son modèle de participation (cas 7), censé représenté la firme japonaise. Cet enrichissement du modèle non hiérarchique se fait au prix d'une assimilation du modèle hiérarchique au modèle routinier.

Les formes organisationnelles hiérarchiques sont décrites par Aoki comme étant des structures verticales (les instructions descendent) et centralisées (le centre décide), avec une spécialisation forte des tâches (le centre observe calcule et décide, les ateliers exécutent les instructions) et un mode de contrôle rationnel et technocratique[65]. Quant au cas polaire, celui de la firme J, il se traduit par une forme organisationnelle horizontale (l'information est collectée par chaque atelier[66]) et décentralisée (les ateliers décident), avec une intégration de la conception et de l'exécution (le « learning by doing ») et une coordination horizontale (les ateliers prennent des décisions cohérentes entre elles). Ce cas est représenté par Aoki en

---

« mémoire » ou « d'inertie » de l'environnement) et à des propriétés particulières de la fonction de gain (question de l'interdépendance des actions dans le temps).

[64] Notons que dans le cas 4, même si le centre est notoirement incompétent, il est tout de même capable d'évaluer son incompétence et d'agir en conséquence en menant une nouvelle optimisation pour fixer α.

[65] Avec une ambiguïté dans le modèle de 1990 puisque le modèle routinier est assimilé à un modèle hiérarchique alors qu'il pourrait être vu comme un modèle relativement neutre où l'on se passe de centre sans avoir pour autant de marge d'initiative.

[66] Ce qui ne conduit pas, comme nous l'avons déjà noté, à une différenciation de l'information détenue par chaque atelier (sauf dans le cas 6).

faisant appel à différentes structures d'information qui ont en commun le fait que l'information est observée par les ateliers, qui deviennent décideurs. Ou autrement dit, les décisions opérationnelles concernant la production sont prises par ceux qui sont les plus proches de l'information utile à ces décisions.

Dans son modèle de 1986, Aoki examine deux structures d'information horizontales : la coordination quasi horizontale (cas 5 dans le tableau 3.4) et la coordination horizontale imparfaite (cas 6). La première privilégie la formalisation du processus d'apprentissage que suivent les ateliers en se coordonnant de manière directe. Tout comme le centre, les ateliers se trompent en observant les chocs, mais contrairement à lui, leur capacité à identifier un choc évolue positivement dans le temps. De plus, les ateliers ne se trompent pas de la même manière que le centre, puisque, comme nous allons le voir, l'erreur est formalisée très différemment[67]. Ainsi, les ateliers peuvent se tromper en tentant d'identifier un choc, mais lorsqu'ils se trompent, ils le savent et lorsqu'ils ne se trompent pas il connaissent parfaitement les chocs ayant affecté l'ensemble des ateliers ainsi que leurs caractéristiques techniques. De plus, tous les ateliers ont raison en même temps, avec une même fréquence, qui dépend du temps $\rho(t)$.

Au total, le problème de planification de l'atelier se ramène à celui du contrôle parfait (cas 2) lorsqu'il sait avoir correctement identifié le choc, alors que dans le cas opposé, il adopte un comportement routinier qui ramène son problème à celui du contrôle imparfait (cas 1). Enfin, Aoki suppose que $\rho(t)$ suit une loi de Gompertz

---

[67] Cette asymétrie de traitement de l'erreur selon le cas polaire examiné chez Aoki est d'autant plus gênante, qu'elle est très peu justifiée et donne l'impression d'être aussi bien appuyée sur des intuitions que sur la recherche de la simplicité dans la résolution de problème posé. Elle sera levée dans le modèle de 1990 puisque le modèle hiérarchique y est assimilé au modèle routinier où le centre ne fait aucun effort pour enrichir son information.

(voir tableau 3.4), dont les paramètres β et k sont communs à tous les ateliers et représentent respectivement l'inverse de la capacité initiale des ateliers à reconnaître la bonne information et leur vitesse d'apprentissage. Ce mode de coordination est dit quasi-horizontal, car les événements émergents ne sont pas toujours identifiés. De plus, Aoki ne formalise pas une communications horizontale à proprement parler entre les ateliers. Ceux-ci décident de manière décentralisée, sur la base d'une information qu'ils ont parfaitement observée dans le cas favorable, sans information autre que la connaissance *a priori* des coûts dans le cas défavorable. Avec le temps, les ateliers évoluent vers un monde d'information parfaite. Ainsi, tout comme il lie la structure d'information hiérarchique à la structure d'information routinière, Aoki lie la structure d'information horizontale à la situation d'information complète ou parfaite.

Cependant, il reconnaît les limites de cette formalisation et en propose une autre, la coordination horizontale imparfaite (cas 6), où les ateliers sont non seulement limités dans leur capacité à reconnaître correctement un choc mais aussi limités dans l'étendue des chocs qu'ils peuvent identifier. Ainsi, un atelier ne sait identifier que les chocs affectant les transferts qu'il réalise avec les autres ateliers : lorsque deux ateliers interdépendants savent qu'ils identifient correctement un choc sur le produit intermédiaire qui les lie, ils mettent en commun leur information et choisissent le transfert qui minimise leurs coûts joints supposant que les autres produits (inputs et outputs) sont fixés au niveau qui correspond au cas routinier. Cette structure d'information est la seule envisagée par Aoki où tous les ateliers n'ont pas une même structure d'information à l'arrivée[68]. Par ailleurs, un atelier

[68] Dans le tableau 4, cette propriété de la structure d'information n'est pas visible, car pour simplifier la présentation, nous nous bornons au cas de deux ateliers interdépendants, qui auront donc forcément la même structure d'information.

réalisant des transferts avec plusieurs autres ateliers utilisera des structures d'information différentes selon l'atelier avec lequel il se coordonne. Ainsi, pris deux à deux, les ateliers réalisant des transferts entre eux auront des structures d'information identiques. Cette forme de coordination locale ne garantit pas toujours une bonne coordination au niveau global de l'équipe ou de l'entreprise.

(2) L'investissement de la firme dans la capacité à traiter l'information

Enfin, dans son modèle de 1990 (90a), Aoki formalise une troisième structure d'information horizontale ou décentralisée, le modèle de participation ou d'adaptation *ad hoc* (cas 7), où la formalisation de l'erreur se perfectionne par rapport au modèle de 1986 en utilisant à la fois des hypothèses servant à la description du contrôle à rationalité limitée (cas 3) et à celle de la coordination quasi horizontale (cas 5).

Ce modèle emprunte à Itoh (1987) la formalisation d'un investissement en capacité à traiter l'information, qui serait spécifique à la firme. Le modèle de Itoh est aussi un modèle de théorie des équipes. L'équipe est composée de deux membres : le chef d'entreprise (« top manager ») et le responsable d'atelier (« shop manager »). Le premier choisit la technologie de production en fonction de l'état du macro-environnement de l'entreprise, représenté par une variable aléatoire X ($E(X)=m_x$, $Var(X)=\sigma^2_X$). Le second prend des décisions opérationnelles en fonction de l'état de l'environnement propre à l'atelier dont il est responsable (variable aléatoire Y, avec $E(Y)=m_y$, $Var(Y)=\sigma^2_Y$). La firme est donc sous l'influence de deux environnements : un environnement global ou macro et un environnement local ou micro. Une variance de X plus importante est interprétée comme un niveau supérieur de changements globaux de l'environnement, alors qu'une variance de Y plus élevée est assimilée à un niveau supérieur de changements graduels de l'environnement. Cette

distinction entre global et graduel reflète l'impact respectif des deux types de changement sur l'économie interne de la firme : un changement global affecte la firme toute entière alors qu'un changement graduel n'a qu'une influence locale.

Pour que le problème soit simple à résoudre, Itoh fait deux hypothèses supplémentaires. Tout d'abord, le chef d'entreprise observe la vraie valeur x de la réalisation de X et décide d'une action a_X que l'atelier doit mettre en œuvre. Ensuite, il envoie un ordre d'exécution au responsable d'atelier que celui-ci comprend parfaitement. La communication ne rajoute pas de bruit à l'information mais l'observation du responsable d'atelier est imprécise. Celui-ci doit lancer l'exécution de a_X et choisir a_Y en fonction en fonction d'un signal bruité (z=y+w) de la réalisation de Y. La variable aléatoire W reflète la compétence du manager à observer correctement Y. Elle est d'espérance nulle et a une variance égale à 1/h. Dans ce modèle, l'information et la décision sont décentralisées.

Comme la compétence des responsables d'atelier n'est pas homogène, le chef d'entreprise a intérêt à rationaliser leur recrutement. Itoh suppose qu'en les sélectionnant ou les en formant, le chef d'entreprise peut «obtenir » un subordonné capable de percevoir les réalisations de Y avec une plus ou moins grande précision. Cette capacité à percevoir Y, il va la choisir conditionnellement aux valeurs des réalisations de X. La fonction résultante h(x) représente la capacité de l'atelier à percevoir la réalisation de Y dans différents macro-environnements. Ainsi, le chef d'entreprise peut choisir un manager ayant une performance stable sur une étendue relativement importante de réalisations de X ou encore un manager sachant observer correctement la réalisation de Y au voisinage d'une réalisation particulière de X. Dans le premier cas, on dira que le responsable d'atelier est un généraliste, alors qu'il est un spécialiste dans le second. Si le chef d'entreprise peut recruter à volonté les responsables d'atelier ayant les capacités qu'il désire, cette capacité n'en est pas pour

autant gratuite : plus elle est grande, plus elle est coûteuse et plus le manager est compétent.

La fonction de gain de l'équipe est de forme quadratique, ce qui est classique en théorie des équipes, et dépend à la fois des réalisations de X et de Y et des choix a_X et a_Y :

$$\omega(x, y, a) = -\left[(a_X - x)^2 + (a_y - y)^2\right] \qquad [3.21]$$

Comme Itoh suppose que le chef d'entreprise atteint l'excellence dans l'observation du macro-environnement de l'entreprise, on a a_X=x, ce qui réduit la fonction de gain à :

$$\omega(x, y, a) = -\left[(a_y - y)^2\right] \qquad [3.22]$$

L'optimisation se fait en deux temps. Tous d'abord le responsable d'atelier choisit a_Y sachant qu'il a reçu la consigne a_X et qu'il a observé z=y+w. On montre aisément que a_Y* et ω*, solutions de cette première optimisation ont la forme suivante :

$$\begin{aligned} a_Y^* &= E(Y / X, Z) \\ \omega^* &= -Var(Y / X, Z) \end{aligned} \qquad [3.23]$$

La théorie de la décision statistique optimale a montré, qu'en appliquant la règle de Bayes, les moments postérieurs de l'équation [3.20] peuvent s'écrire :

$$E(Y/X,Z) = (1-\kappa(X))m_y + \kappa(X)Z$$
$$Var(Y/X,Z) = (1-\kappa(X))\sigma_Y^2 \qquad [3.24]$$
$$\kappa(X) = \frac{\sigma_Y^2 h(X)}{\sigma_Y^2 h(X)+1}$$

Dans la décision qu'il prend, le responsable d'atelier pondère la connaissance *a priori* que lui donnent, par exemple, les manuels sur les équipements de l'atelier (m_Y) et sa propre observation (Z). Le poids relatif qu'il accorde à ces informations dépend de sa précision et de l'incertitude dans l'environnement propre à l'atelier : plus σ^2_Y et h(x) sont grands, plus le poids accordé à l'information *a priori* est faible. Ce système de pondération de deux types d'information rappelle le cas 4 exposé dans le modèle de 1986 de Aoki où le centre associe la décision issue du contrôle imparfait (l'équivalent de m_Y) et la décision issue du contrôle à rationalité limitée (comparable à Z).

Le second moment de l'optimisation est conduit par le chef d'entreprise. Il va choisir une capacité h(x) qui maximise l'espérance de gain de l'équipe diminuée du coût associé à h(x). Cela débouche sur l'expression d'une capacité de traitement de l'information optimale, notée h*(x). Itoh s'intéresse ensuite à la manière dont h*(x) se modifie lorsque l'environnement devient plus incertain. Il débouche sur un résultat qui fait écho à notre précédente citation de Aoki :

> *« […] the range of expertise of a shop could be low because the environment of the firm is either so stable that there is very little variability in the macroenvironment (in which case expertise will be cheap where it is positive) or so drastically changing that there is great variability (in which case expertise will be shallow). On the other hand, the relation between the shape of the optimal capacity and gradual changes of the environment is monotonic. A higher level of gradual changes leads to optimal capacities that are more general and superior » p. 313-314.*

Le travail de Itoh est à la fois riche et novateur, mais il est difficile à classer. Comme il s'appuie sur la théorie des équipes, et qu'il interagit avec le travail de Aoki, tout en étant influencé par celui de Geanakoplos et Milgrom (1991), nous avons décidé de le présenter dans cette section. Mais Itoh ne décrit pas directement une caractéristique organisationnelle à proprement parlé. La capacité à traiter de l'information n'est pas collective. Elle bénéficie à l'ensemble de l'entreprise, mais elle est propre au responsable de l'atelier. En ce sens, le modèle de Itoh est proche des modèles qui seront présentés dans la première section du chapitre V, modèles où l'organisation est représentée comme un facteur de production spécifique. Il en diffère cependant par le fait que la manière dont le responsable d'atelier accumule une compétence particulière n'est pas expliquée : ces compétences sont disponibles en abondance et le chef d'entreprise les adapte à ses besoins sans supporter de coût d'ajustement. Enfin, on peut considérer que la question de la spécialisation des membres de l'organisation correspond à une dimension organisationnelle et que Itoh fournit quelques outils de base pour la penser dans le cadre de la théorie des équipes. Cette dimension est très peu présente dans les modèles issus de la théorie des équipes et en général dans les modèles s'intéressant à la formalisation du système d'information. Elle l'est plus dans les modèles qui seront présentés dans le chapitre V et qui formalisent le système de production. Notamment, le travail de Itoh résonne dans le modèle de Lindbeck et Snower (1996) qui sera présenté dans la seconde section du chapitre V. Comme Itoh, ces auteurs s'intéressent à la variété des talents des membres de l'organisation qu'ils lient à un modèle de firme plus organique que mécanique.

Dans son modèle de 1990 (1990a), Aoki reprend la technologie que Itoh a développé pour décrire l'imprécision du responsable d'atelier. De plus, il réduit l'asymétrie du traitement de l'erreur qui nous avons soulignée dans le modèle de

1986, mais en abandonnant la formalisation à proprement parler du modèle hiérarchique puisqu'il est assimilé au contrôle imparfait ou routinier. Il appelle ce nouveau modèle, « modèle de participation » (cas 7 dans le tableau 3.4). Contrairement aux autres modèles[69], les ateliers communiquent entre eux. Ils échangent des messages bruités sur les chocs qu'ils observent ($\xi_i(u)=u_i+v_i$). On a donc une vraie communication horizontale, et la rationalité limitée n'est plus l'apanage du centre puisque les ateliers, eux aussi se trompent en observant les chocs et en communiquant leur information. Si l'on reprend la terminologie de Marschak et Radner (1972), on a une communication complète entre les ateliers, ce qui les conduit tous à avoir les mêmes informations (bruitées) après échange $\xi=(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$.

Les informations détenues par les ateliers sont donc entachées d'un terme d'erreur qui traduit à la fois des erreurs d'observation et de communication. Il est représenté par v_i, vecteur de variables aléatoires distribuées normalement et indépendamment des u_i. Chacune de ces variables a une moyenne nulle et une matrice de précision exprimée par H_i qui il traduit la capacité de l'atelier à identifier correctement les événements émergents.

Aoki applique le même calcul que celui qui conduit à l'équation [3.24] de Itoh afin d'écrire les moments postérieurs de u_i[70] :

---

[69] A l'exception de la coordination horizontale imparfaite, cas 6.

[70] Nous avons conservé les mêmes notations pour la présentation de tous les modèles de Aoki. Ces notations communes sont récapitulées dans le tableau 3.4.

$$E(u_i / \xi_i) = (1-\kappa_i)Eu_i + \kappa_i \xi_i$$
$$\frac{1}{Var(u_i / \xi_i)} = \Sigma_i^{-1} + H_i \qquad [3.25]$$
$$\kappa_i = \left(\Sigma_i^{-1} + H_i\right)^{-1} H_i$$

Pour simplifier les calculs, la matrice de précision H_i est décomposée en un terme scalaire, h_i, qui est assimilé au « h » de Itoh (1987) ou à la capacité de l'atelier i à traiter l'information et en un terme matriciel, Λ, mesurant la précision relative ou l'allocation de la capacité à traiter l'information entre les ateliers. La même décomposition est appliquée à la matrice de covariance des u_i.

$$\begin{cases} h_i = |H_i|^{\frac{1}{n}} \\ \Lambda_i = \dfrac{H_i}{h_i},\ |\Lambda_i| = 1 \end{cases}$$
$$\begin{cases} \sigma_i^2 = |\Sigma_i|^{\frac{1}{n}} \\ \Theta_i = \dfrac{\Sigma_i}{\sigma_i^2}, |\Theta_i| = 1 \end{cases} \qquad [3.26]$$

Nous avons vu que dans le modèle de contrôle à rationalité limitée, Aoki supposait que la variance des erreurs du centre était proportionnelle à celle des aléas. Il fait ici une hypothèse similaire en posant que les ateliers accumulent de l'information pour améliorer la précision *ex post* equiproportionnellement à la précision *ex ante* :

$$\Lambda_i \equiv \Theta_i^{-1} \qquad [3.27]$$

Deux autres hypothèses sont formalisées. Tout d'abord, les ateliers pendant un cycle de production T, se livrent à trois activités : améliorer leur capacité à

reconnaître correctement les chocs (« learning time », t_1), communiquer ce qu'ils ont appris aux autres ateliers (temps $\bar{t}_2$[71]) et produire ($T-t_1-\bar{t}_2$). Dans les cas 5 et 6 du modèle de 1986, la capacité à reconnaître correctement un choc ($\rho(t)$) s'améliorait régulièrement dans le temps, selon une loi de Gomperz. Ici, c'est la précision des responsables d'atelier (h) qui s'améliore avec le temps passé à apprendre ($h(t_1)$) selon cette même loi. Cette seconde hypothèse inclut une autre simplification qui se traduit par l'abandon de l'indice i : chaque atelier a la même capacité initiale à traiter l'information (h(0)) et il la développe de manière uniforme.

Dès lors, le revenu net espéré par la l'entreprise pendant la période T s'écrit :

$$\begin{cases} R(t_1,t_2) = [T - t_1 - t_2]\,[\pi^* + V(t_1)] \\ \pi^* = px^n - C^n(x^n) \\ V(t_1) = \sum_i \kappa_i(t_1)\sigma_i^2 \mathrm{tr}[B_i - B]\Theta_i \\ \kappa_i(t_1) = \dfrac{h(t_1)\sigma_i^2}{h(t_1)\sigma_i^2 + 1} \end{cases} \qquad 3.28]$$

où π^* est le niveau de profit correspondant au cas du contrôle imparfait et $V(t_1)$ la valeur de la structure d'information associée à un investissement t_1 en capacité de traitement de l'information. $V(t_1)$ correspond au supplément de profit qui peut être attribué à la structure d'information choisie. Les ateliers vont choisir t_1 de manière à maximiser R en tenant compte de la contrainte de temps. Enfin, Aoki suppose que les perturbations sont autocorrélées puisque, comme dans le cas 4, elles suivent un processus autorégressif linéaire d'ordre 1. Cette propriété supplémentaire des chocs va alimenter l'analyse de la sensibilité de t1*, durée optimale d'investissement dans

[71] Ce temps est fixé, il ne fait donc pas l'objet d'un arbitrage particulier.

la capacité de traitement de l'information aux caractéristiques de l'environnement de la firme. Le chapitre VI reprendra les grandes lignes de cette analyse.

c) Structures d'information identiques ou différenciées : la question du « common knowledge » chez Crémer

Carter (1995) envisageait l'organisation du système d'information d'une équipe composée de deux membres, un service de production et un service marketing, dont un seul agit (le service de production) en décidant seul ou sur instruction, sachant que chaque service accède « naturellement », de par sa position amont ou aval dans le processus productif, à une information spécifique. Aoki (1986, 1990a) examine une question différente et plus générale que celle de Carter. Il envisage une production partagée entre plusieurs ateliers et examine plusieurs structures d'information selon que les décisions opérationnelles concernant la production sont centralisées ou décentralisées. Dans tous les cas envisagés (à une exception près), chaque atelier dispose d'une même structure d'information sur les coûts. Crémer (1990, 1993) s'attache à un troisième problème, celui de la décentralisation de l'information.

Sa question initiale, en 1990, est : dans quelles conditions une structure d'information indifférenciée pour chaque membre de l'équipe est préférable à une structure d'information différenciée ? Il la généralise en 1993 en cherchant à déterminer la quantité optimale de savoir commun ou indifférencié au sein d'une équipe (« common knowledge »). Cette question est au carrefour de la réflexion sur le savoir de Arrow (1974, 1985), de Geanakoplos (1992) et Kreps (1990). Crémer fait aussi référence à des modèles que nous examineront plus tard comme ceux de Bolton et Dewatripont (1993), Prescott et Visscher (1980), Sah et Stiglitz (1986).

Nous avons vu que Aoki ne s'intéressait qu'à des formes organisationnelles où l'information était centralisée. Crémer, quant à lui, se penche sur des formes organisationnelles où la décision est toujours décentralisée : il envisage en général une équipe composée de deux membres, chacun responsable d'une décision, qui affecte le gain total de l'équipe, exprimé par la forme quadratique suivante :

$$\omega(u,x) = A(x_1 + x_2) - \frac{B}{2}(x_1 + x_2)^2 - \frac{C}{2}(x_1 - x_2)^2 \qquad [3.29]$$

Par exemple, on peut considérer que l'équipe est une entreprise composée de deux ateliers. Chaque atelier décide de sa propre production dont le niveau influence le profit. Les termes quadratiques impliquent que le bénéfice de l'entreprise n'est pas séparable en x_1 et x_2. Il y a une interdépendance des deux ateliers dans leur contribution au profit qui traduit une complémentarité de leur production, puisque plus l'écart entre les quantités produites par 1 et 2 est grand et plus le profit diminue.

Comme en général en théorie des équipes, les paramètres B et C sont supposés parfaitement connu des ateliers, ainsi que la forme de la fonction de gain. Par contre A est incertain : ce paramètre suit une loi normale d'espérance nulle et de variance σ_A^2. Les ateliers ne connaissent pas sa vraie valeur au moment où ils prennent leur décision, mais ils peuvent acquérir de l'information pour l'approcher. Ils peuvent donc décider d'observer une gamme de variables aléatoires η, égales à $A+\varepsilon$, où les ε, sont supposés identiquement distribués selon une loi normale d'espérance nulle et de variance σ_ε^2 : aucune observation ne permet donc d'obtenir un degré de précision supérieur aux autres. Crémer, sur cette base, va comparer différentes structures d'informations en supposant que la communication entre ateliers est impossible. Ses résultats sont assez simplement généralisables à un nombre quelconque d'ateliers et à des fonctions de gain non symétriques.

[Insérer tableau 3.5]

Dans son modèle de 1990, Crémer pose la question de l'intérêt du savoir commun sous une forme discrète, en opposant des structures d'information polaires. Dans un premier modèle (90-(1) dans le tableau 3.5), il suppose que chaque atelier ne peut observer qu'une seule variable aléatoire, et il compare deux structures d'information, une première où les deux ateliers observent la même variable aléatoire[72] et une seconde où chaque atelier réalise une observation qui lui est propre. On voit bien ici que l'arbitrage est entre «se tromper ensemble » et «avoir raison tout seul ». En effet, lorsque l'entreprise demande à ses ateliers d'observer la même variable aléatoire, ils vont se fixer le même niveau de production, ce qui conduit à annuler le dernier terme quadratique de la fonction de profit (en C), mais lorsqu'ils se trompent, ils se trompent forcément tous les deux. En revanche, lorsque les ateliers observent des variables aléatoires différentes, les niveaux de production choisis peuvent être différents. Il est possible qu'un seul des ateliers se trompe, mais cette erreur peut détériorer fortement les profits par l'intermédiaire du terme en C.

Dans un second temps (90-(2) dans le tableau 3.5), Crémer affine ce modèle en envisageant deux ateliers (k=i, j) dont les productions respectives sont de deux types différents (t=1 ou 2). Ces ateliers doivent nécessairement se coordonner pour produire. Le paramètre A n'est plus identique pour tous les ateliers comme dans [3.18], mais propre à un type d'atelier. De plus, l'effet au premier ordre de la production (Π_k^t) d'un atelier donné a une composante individuelle, indépendante du type d'atelier. La fonction de profit de l'entreprise s'écrit alors :

---

[72] On peut aussi considérer que les ateliers n'interprètent pas de la même façon la variable aléatoire unique qu'ils observent, ce qui revient à ajouter un terme d'erreur propre à l'atelier qui vient «différencier » la structure d'information indifférenciée.

$$\omega(u,x) = (\Pi_i^1 + \Pi_j^2)(x_i^1 + x_j^2) - \frac{B}{2}(x_i^1 + x_j^2)^2 - \frac{C}{2}(x_i^1 - x_j^2)^2, \text{ avec} \qquad [3.30]$$
$$\Pi_i^1 = A^1 + \gamma_i^1,\ \Pi_j^2 = A^2 + \gamma_j^2$$

Dans ce problème, chaque atelier peut observer deux variables aléatoires. Le choix de la structure d'information revient alors à un arbitrage entre acquérir de l'information sur sa productivité propre, qui est accessible à soi seulement, ou acquérir de d'information sur la productivité des autres types d'atelier, qui est accessibles à tous. Lorsque la structure d'information est indifférenciée, tous les agents observent $A_1+\varepsilon_1$ et $A_2+\varepsilon_2$. Dans le cas polaire d'information différenciée, l'atelier i de type 1 observe $A^1 + \gamma_i^1 + \varepsilon^{(i,1)}$ et $A^2 + \varepsilon^2$.

Enfin, dans son article de 1993, Crémer généralise le traitement de la question du savoir commun en envisageant un continuum de structures d'informations composées de n variables aléatoires observées ($\eta_h^i=A+\xi_h i$), dont αn sont propres à chaque membre de l'équipe (H_1 pour le membre 1 et H_2 pour le membre 2) et $(1-\alpha)n$ communes aux deux membres (H_c). Pour résoudre ce problème, il s'appuie sur la fonction de gain décrite par [3.29].

2. Deux tentatives pour décrire et expliquer les hiérarchies à partir de la théorie de équipe

Les deux modèles que nous allons analyser à présent (Crémer, 1980 ; Geanakoplos et Milgrom, 1991) ont en commun de poser des questions qui sont en amont de celles examinées jusqu'à présent, car il ne s'agit plus de déterminer une structure d'information optimale pour des structures d'action et de décision données, mais de déterminer les caractéristiques de la structure de décision. Dans les deux cas, les structure de décision examinée est par hypothèse, hiérarchique. Les auteurs

cherchent à qualifier de manière plus précise la forme la plus efficace de la hiérarchie en analysant certaines de ses propriétés : Crémer s'intéresse au regroupement des ateliers en services, tandis que Geanakoplos et Milgrom examinent les facteurs qui vont influencer la taille des services.

a) Quel est le bon nombre de services de la forme multidivisionnelle ?

Ainsi, la question de Crémer (1980) est celle du choix du nombre de services, ou de regroupement d'ateliers dans une entreprise, pour un nombre de produits (k=1, . . ., s) et d'ateliers (i=1, . . .,n) donnés. Elle ne concerne donc pas le choix d'une structure d'action (la division productive du travail est donnée) mais les propriétés de la structure de décision. Par ailleurs, elle est liée au développement de la réflexion sur les structures productives multidivisionnelles, autour des travaux de Chandler (1962). Enfin, elle s'inscrit au sein d'une recherche d'outils pour représenter la nature hiérarchique de la structure des organisations. Chez Crémer, une hiérarchie est un ensemble partitionné. La dimension de la hiérarchie qu'il explore est celle de la complémentarité de ses différentes sous-parties dans le traitement de l'information. Il y a deux types d'unité de décision : les services et le centre. On peut donc dire que d'une certaine manière, Crémer s'intéresse à des structures ayant 2 niveaux hiérarchiques (tableau 3.6).

[Insérer tableau 3.6]

Pour quelles raisons l'entreprise aurait-elle intérêt à complexifier sa structure en créant des services ? Comme dans tous les modèles de théorie des équipes, l'incertitude affecte le calcul de l'entreprise : certains paramètres ou certaines grandeurs ne sont pas parfaitement connus par l'équipe au moment où la production est planifiée. Crémer fait l'hypothèse qu'à l'intérieur d'un service, l'information sur

les perturbations venant affecter la production et la demande est parfaite car les différents ateliers établissent entre eux une communication instantanée, complète et non bruitée. La forme organisationnelle qui règle les décisions à l'intérieur d'un service est donc le « contrôle parfait » si l'on reprend la terminologie de Aoki (1986). Par contre, s'il y a plusieurs services, le centre devra planifier les transferts entre les services sur la base de son information *a priori* sur les chocs subis par les ateliers. Si l'on reprend ici encore la terminologie de Aoki, le centre planifie les transferts en appliquant les règles du « contrôle imparfait » (ou « routine » ou « prior planning »).

De plus, Crémer envisage le cas limite d'une organisation totalement intégrée, ou non partitionnée en services. Il le dénomme « gestion centralisée de l'entreprise ». Nous avions vu que chez Aoki, ce cas limite, qui est celui du contrôle parfait ou de l'information parfaite, est plutôt associé à des formes organisationnelles décentralisées, qui, pour cet auteur, d'une certaine manière, tendent vers la perfection. Mais dans le contexte de la question de Crémer, on comprend que la création de services corresponde à une décentralisation car ceux-ci vont participer à la planification de la production en envoyant leur calcul au centre alors que quand l'organisation n'était pas partitionnée, le centre est à même de prendre toutes les décisions. De même, dans ce modèle, l'information est décentralisée, car, d'une part, les services et le centre, qui ne prennent pas les mêmes décisions n'ont pas les mêmes informations, d'autre part, la structure d'information d'une service diffère *a priori* de celle d'une autre service car elle ne concerne que les ateliers sous sa propre responsabilité.

Crémer souligne cependant que l'intégration totale est impossible car beaucoup trop coûteuse en terme de communication. Mais il ne formalise pas ce coût pour autant. Il se borne à se servir de ce cas limite comme d'une référence et à rechercher

la partition des ateliers en services (θ), qui permet de minimiser le coût de l'entreprise en gérant au mieux l'incertitude. Celui-ci s'écrit comme la somme des coûts supportés par les différentes ateliers :

$$C_i(\Gamma_i, x_i) = A_i - \Gamma_i B_i (x_i - \bar{x}_i) + \frac{1}{2}(x_i - \bar{x}_i)' B_i (x_i - \bar{x}_i)$$
$$\text{avec } C(\Gamma, x) = \sum_{i=1}^{n} C_i(\Gamma_i, x_i) \qquad [3.31]$$

Cette fonction est très proche de celle utilisée par Aoki dans ses articles de 1986 et 1990 [73]. Le terme stochastique de la fonction de coût est représenté par le vecteur aléatoire Γ_i et Crémer suppose de plus que le vecteur de demandes adressées à un atelier i (x_i^d) peut, lui aussi, être affectée par des aléas. Les transferts de produits intermédiaires qui doivent être réalisés entre ateliers du fait de la division productive du travail peuvent s'écrire t_{ij}. Dans le cas où l'entreprise est partitionnée en θ services, les choix des vecteurs de quantités produites par chaque atelier x_i se fait en deux temps. Tout d'abord, chaque service J applique la règle du contrôle parfait au programme de maximisation suivant :

$$\underset{x_i}{\text{Min}} \sum_{i \in J} C_i(\Gamma_i, x_i)$$
$$\text{sc} \sum_{i \in J} x_i = \sum_{i \in J} x_i^d + w_J \qquad [3.32]$$

---

[73] Pour passer de la Forme de Crémer (1) [3.31] à celle de Aoki (2) [3.16], il faut utiliser la relation suivante : $C_{i1}(\Gamma_i, x_i) = \frac{1}{2} C_{i2}(u_i, a_i) - u_i' B_i u_i$, avec $x_i - \bar{x}_i = a_i$ et $\Gamma_i = u_i$. On peut aussi assez facilement passer à une forme quadratique à la Marschak et Radner (3) [3.6], en appliquant la relation suivante : $C_{i1}(\Gamma_i, x_i) = -\frac{1}{2}\omega_{i3}(\mu_i, z_i)$, avec $x_i - \bar{x}_i = z_i$, $\Gamma_i B_i = \mu_i'$, $B_i = Q$ et $A_i = \lambda$.

où w_J, qui est la consolidation, au niveau du service J, de tous les transferts tij que le service doit réaliser avec le reste de l'entreprise ($i \in J$, $j \notin J$), est considéré comme donné. Les services transmettent au centre la solution de leur calcul, qui dépend de w_J, des perturbations affectant les coûts et la demande et de la matrice B_i. Celui-ci applique la règle du contrôle imparfait (le centre ne connaît que les paramètres de distribution des aléas qui affectent les ateliers) en calculant les vecteurs w_J qui minimisent l'espérance de coût total de la firme. Le programme qu'il résout est donc le suivant :

$$\begin{aligned} &\underset{w_J}{\text{Min}} \sum_{J \in \theta} E\left(\sum_{i \in J} C_i(\Gamma_i, x_i) \right) \\ &\text{sc} \sum_{J \in \theta} w_J = 0 \end{aligned} \qquad [3.33]$$

La contrainte indique qu'au niveau de l'entreprise toute entière, les transferts inter services doivent s'annuler : tous les produits intermédiaires fabriqués doivent être utilisés dans des étapes ultérieures de la production. Crémer montre que les transferts optimaux pour un atelier J sont ceux qui lui permettent de satisfaire la demande attendue. Il cherche alors la partition θ qui minimise le coût total attendu lorsque les transferts optimaux entre services sont mis en œuvre, ce qui revient à minimiser la quantité suivante :

$$\begin{aligned} &\sum_{J \in \theta} E\left[\left(\sum_{i \in J} \Gamma_i - \sum_{i \in J} u_i^d \right)' \left(\sum_{i \in J} B_i^{-1} \right)^{-1} \left(\sum_{i \in J} \Gamma_i - \sum_{i \in J} u_i^d \right) \right] \\ &\text{avec, } u_i^d = x_i^d - Ex_i^d \end{aligned} \qquad [3.34]$$

Cette expression peut se réécrire en fonction des transferts optimaux (t_J) réalisés par le regroupement d'ateliers qui compose le service J vers les autres ateliers, dans la situation de référence, qui est celle d'une organisation totalement

intégrée. Ces transferts correspondent donc à ceux qui auraient été calculés en situation d'information parfaite. Ils peuvent être définis par :

$$t_J = \sum_{i \in J} (x_i^{\bar{n}} - x_i^d) \qquad [3.35]$$

où $x_i^{\bar{n}}$ est la solution du contrôle parfait. On peut monter que minimiser l'expression [3.34] revient simplement à trouver la partition θ qui minimise :

$$\sum_{J \in \theta} E\left[(t_J - Et_J)' B_J (t_J - Et_J)\right] = \sum_{J \in \theta} tr(B_J \, var(t_j))$$
$$\text{avec } B_J = \left(\sum_{i \in J} B_i^{-1} \right)^{-1} \qquad [3.36]$$

Cette expression peut être interprétée comme une mesure de la variabilité des transferts entre J et le reste de l'entreprise, qui dépend de B_J, la pente de la fonction de coût du service J. Autrement dit, la partition en services qui est optimale est celle qui minimise la variabilité des transferts entre services, ou encore qui réduit au maximum les effets de l'incertitude sur les coûts et les revenus de l'entreprise. Ainsi, une bonne stratégie pour créer des services consiste à regrouper les ateliers les plus complémentaires, c'est-à-dire ceux qui réalisent entre eux des transferts nombreux. Une autre stratégie possible est d'associer les ateliers dont les transferts sont incertains à d'autres ateliers qui pourront facilement leur substituer leurs produits (qui ont un B_i faible).

b) Comment choisir les responsabilités à allouer à des managers de capacité différente au sein des hiérarchies ?

Geanakoplos et Milgrom (1991) se placent dans un cadre d'interprétation des outils formels de la théorie des équipes relativement proche de celui de Crémer (1980) : ceux-ci vont être utiles pour décrire la structure hiérarchique des organisations. Cependant, pour ces auteurs, le partitionnement en services propre à la hiérarchie ne doit pas être seulement associé à une propriété physique de la production comme la variabilité des transferts entre ateliers. Les caractéristiques de ceux qui prennent des décisions dans la hiérarchie interviennent elles aussi. Ils ajoutent donc au partitionnement hiérarchique, une description de la distribution formelle du pouvoir au sein de l'organisation et des capacités des responsables hiérarchiques (les « managers »). Pour cette raison, leur modèle est à cheval entre la théorie des équipes et la théorie du traitement de l'information que nous allons examiner dans le chapitre suivant.

Geanakoplos et Milgrom se donnent donc, comme Crémer (1980), un nombre n d'ateliers (i=1, . . ., n), un nombre s de produits (k=1, . . .,s) et une fonction de coût quadratique associée à la production de chacun des ateliers où γ_i est une variable aléatoire d'espérance $E\gamma_i$ et de variance $(r_i)^{-1}$ [74] :

$$C_i(\gamma_i, x_i) = \frac{1}{2}(x_i - \gamma_i)'B_i(x_i - \gamma_i) - \gamma_i' B_i \gamma_i$$
$$\text{avec } C(\gamma, x) = \sum_{i=1}^{n} C_i(\gamma_i, x_i) \qquad [3.37]$$

Ils se donnent aussi une relation d'ordre ($\lhd$ [75]) qui spécifie les lignes d'autorité et de communication. On considère que M désigne un manager. $M \lhd M'$, ou $M' \rhd M$ indiquent que M est le supérieur hiérarchique de M', ou que M' est le subordonné de M. L'ensemble des subordonnés directs de M est S(M) (les successeurs immédiats de M).

Enfin, ils soulignent que la ressource rare dans une organisation n'est pas tant l'information que l'attention des responsables. En posant cette hypothèse, ils vont plus loin dans la formalisation de la rationalité limitée que les autres auteurs de la théorie des équipes[76]. L'attention des responsables est fonction du temps (τ) et des capacités (α) qu'ils peuvent allouer à l'observation et au traitement de l'information. α dépend à la fois des compétences du manager et de la qualité du système d'observation qu'il a à sa disposition. Il peut se décomposer en un ensemble de capacités élémentaires (α) concernant chacune une source d'information. Par hypothèse, chaque manager dispose d'un temps donné $\bar{\tau}$ pour faire des observations et traiter l'information de manière à décider des quantités de facteurs allouées et des quantités de produits prescrites aux différents ateliers dont il est responsable. Il observe, pour chaque atelier sous sa responsabilité, un vecteur aléatoire qui s'écrit :

---

[74] Si l'on se réfère à la note précédente, cette forme est strictement identique à celle utilisée par Crémer, où $x_i - \bar{x}$ est remplacé par x_i, et Γ_i remplacé par γ_i.

[75] Il y a un flou relatif et de l'ambiguïté dans le système de notation utilisé par les différents auteurs pour désigner la relation d'ordre. Geanakoplos et Roberts utilisent le symbole « < » (si M<M' alors M' est le subordonné de M) pour une relation que d'autre appellent (notamment dans la théorie du traitement de l'information) « est supérieur (hiérarchiquement) à », ce qui sème rapidement la confusion. Nous préférons donc le symbole de la pyramide couchée $\lhd$: être du côté de la base de la pyramide signifie que l'on est subordonné alors qu'être du côté du sommet de la pyramide signifie que l'on est chef.

[76] Nous avons noté plus haut que la rationalité limitée de la théorie des équipe pouvait aussi bien s'interpréter comme de l'information imparfaite.

$$\eta_i = \gamma_i + \varepsilon_i \qquad [3.38]$$

Avec ε_i vecteur aléatoire distribué selon une loi normale d'espérance nulle et de variance $(\alpha_i \tau_i)^{-1}$, qui représente l'erreur faite par le manager lorsqu'il tente d'évaluer γ. Ainsi, le temps d'observation et la capacité du manager augmentent la précision de son diagnostic.

La structure de l'organisation chez Geanakoplos est Milgrom a une forme pyramidale où le manager, qui se trouve au sommet de la pyramide, se fixe une cible de production qu'il ventile entre ses subordonnés (tableau 3.6). Le principe descendant de ventilation de la cible de production se poursuit tout au long de la hiérarchie, jusqu'aux ateliers qui en forment la base. Les managers, dont la tâche principale consiste à ventiler les cibles intermédiaires de production, utilisent leurs connaissances des techniques de production et des éléments stochastiques du coût des ateliers dont ils sont responsables (η_M). Comme chez Crémer (1980), l'information et la décision sont décentralisées. Chaque responsable a une structure d'information qui lui est propre et décide de l'allocation de la cible de production sur la base de ses observations. Il doit résoudre le programme suivant :

$$\begin{aligned} &\underset{x_s}{\text{Min}}\ E\left[\sum_{s \in S(M)} C_s(x_s, \gamma_s)/\eta_M\right] \\ &\text{sc} \sum_{s \in S(M)} x_s = x_M \end{aligned} \qquad [3.39]$$

Notons qu'il y a ici une ambiguïté dans le modèle de Geanakoplos et Milgrom, qui montre que la théorie des équipes ne permet pas de décrire très clairement ce qu'est une hiérarchie. Elle se lit dans le changement de notation entre l'expression [3.37] et l'expression [3.39]. Dans la première, le coût s'exprime en fonction de la

production des ateliers i, alors que dans la seconde, la production des services s subordonnés à un manager (M) apparaît. On peut se demander à quoi correspond cette production si les subordonnés en question sont d'autres managers. De fait, il s'agit forcément de la production des ateliers qui ne trouvent à la base de la hiérarchie, dans la sphère d'influence du manager en question, sans en être pour autant ses subordonnés directs ($i \triangleright M$). Par conséquent, des managers plus élevés dans la hiérarchie auront à observer un plus grand nombre de variables aléatoires que des managers moins élevés dans la hiérarchie et ils auront une étendue du contrôle plus grande si celle-ci se mesure au nombre d'ateliers indirectement subordonnés plutôt qu'au nombre de subordonnés directs. Nous allons voir que les auteurs n'explorent pas la question des coûts et des bénéfices associés à la hauteur de la pyramide, puisqu'ils se concentrent sur l'analyse d'organisations à trois niveaux hiérarchiques, où les managers ont des ateliers pour subordonnés directs. Dans ce contexte, embaucher plus de managers permet d'obtenir une partition plus fine de l'information concernant les coûts des ateliers et conduit à une meilleure allocation des ressources entre unités de production.

La valeur de la forme organisationnelle ($V(\eta_M)$), ou valeur de l'information si l'on reprend la terminologie de Marschak et Radner[77], est mesurée par l'écart entre les coûts minimaux obtenus si l'organisation n'avait pas embauché de managers pour traiter l'information, c'est-à-dire dans le contexte d'un « contrôle imparfait » selon la terminologie de Aoki (1986), et ceux obtenus en résolvant le programme [3.39]. Cette grandeur a la forme suivante (proche du résultat [3.36] de Crémer) :

---

[77] La seule différence avec le problème posé par Marschak et Radner est qu'ici on raisonne en coûts minimaux plutôt qu'en gain maximal.

$$V(\eta_M) = \sum_M \left[-\mathrm{tr}\left(B_M \, \mathrm{var}\left(\sum_{s \in S(M)} E(\gamma_s / \eta_M) \right) \right) + \sum_{s \in S(M)} \mathrm{tr}\left(B_s \, \mathrm{var}\left(E(\gamma_s / \eta_M) \right) \right) \right] \quad [3.40]$$

$$\text{avec } B_M = \left[\sum_{s \in S(M)} B_s^{-1} \right]^{-1}$$

Elle peut s'interpréter comme une sorte de « fonction de production » de l'information, associée au travail du manager. Geanakoplos et Milgrom examinent sa sensibilité aux différents paramètres du modèle : temps passé à observer et capacité du manager, qualité du système d'information, étendue du contrôle. Pour y parvenir, ils simplifient considérablement le problème en supposant, tout d'abord, que chaque atelier ne produit qu'un bien (B_i est alors un scalaire). L'expression [3.40] s'écrit alors :

$$V(\eta_M) = \sum_{i \triangleright M} (B_i - B_M) \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_i + \alpha_i \tau_i} \right) \quad [3.41]$$

Puis ils se placent dans cas d'une hiérarchie régulière[78], où chaque service est composé de p ateliers identiques ayant des responsables de même capacité : B_i=B, r_i=r, $\tau_i = \frac{\bar{\tau}}{p}$, α_i=α. Le gain associé au travail du manager M devient :

[78] Le concept de hiérarchie uniforme sera défini dans la partie suivante. Notons qu'implicitement, si chaque service a des ateliers pour subordonnés directs, alors la hauteur de la hiérarchie est de 2, ce qui correspond à trois niveaux hiérarchiques ou rangs : les ateliers (0), les services (1), le sommet (2). Dans ce cas très simple, toute hiérarchie peut être décrite par un seul paramètre : l'étendu du contrôle d'un service (p). Le nombre de service sera égal à n/p et les résultats obtenus en raisonnant sur un seul service peuvent aisément être transposés à la hiérarchie toute entière.

$$V(\eta_M) = \frac{(p-1)B\beta}{r(p+\beta)}$$
$$\text{avec}, \beta = \frac{\alpha\bar{\tau}}{r} \qquad [3.42]$$

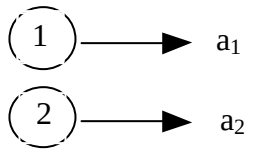
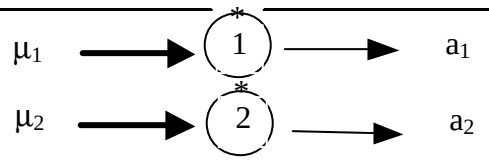
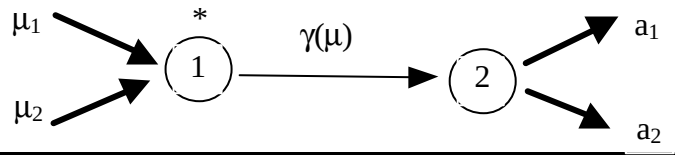
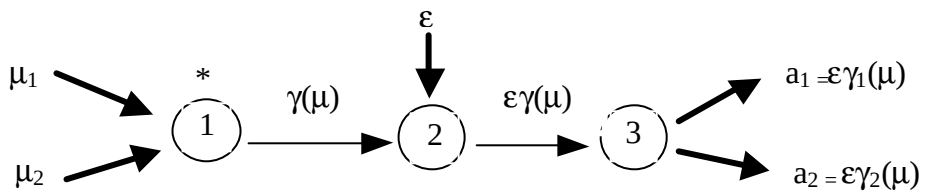
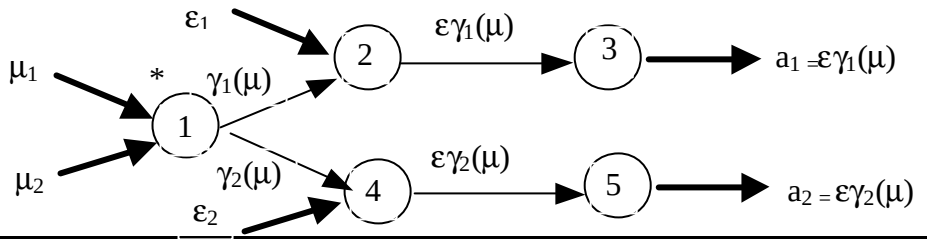
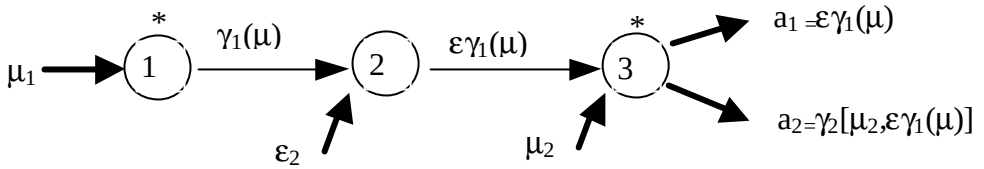
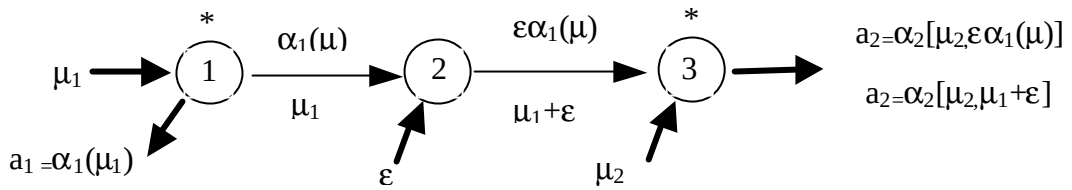
p représente la sphère de responsabilité ou l'étendue du contrôle d'un manager. β s'interprète comme la capacité du manager à collecter de l'information relativement aux caractéristiques stochastiques de son environnement (r), et B/r comme la valeur marginale de l'information dans la gestion d'un service. Dans ce cas très particulier, Geanakoplos et Milgrom montrent qu'il y a un rendement d'échelle dans le temps passé à traiter l'information. Autrement dit, il vaut mieux employer un manager à temps plein plutôt que deux managers à temps partiels. Par ailleurs, quand le salaire du manager augmente par rapport à la valeur marginale de l'information, il est optimal d'avoir moins de responsables et donc des services plus grands (p plus grand). On peut aussi montrer que quand la capacité du manager à collecter l'information (β) est soit très grande, soit très petite, il est préférable d'avoir de grands services. En revanche, quand les managers sont moyennement efficaces dans le traitement de l'information (ils ont des capacités faibles ou les coûts ont une variance forte), il devient intéressant de réduire la taille des services en embauchant des managers. Enfin, c'est lorsque l'environnement est très incertain que les capacités des managers et la petitesse des services sont plus avantageuses pour l'entreprise.

Tableau 3.1 : Différentes structures d'information

	Structures d'information	Formalisation pour un individu i
1	Pas de communication	$\eta_i(x) = \xi_i(x)$
2	Communication partitionnée	$\eta_i(x) = \xi^k = \{\xi_i\}\ i \in I_k$
3	Dissémination d'informations	$\eta_i(x) = [\xi_i(x), \tau(x)]$
4	Communication de situations exceptionnelles	$\eta_i(x) = \xi_i(x)$ si $\xi_i(x) \notin R_i$ $= \{\xi_j(x)\} j \in J(x)$ si $\xi_i(x) \in R_i$
5	Conférences exceptionnelles	$\eta_i(x) = \xi_i(x)$ si pour tout j $\xi_j(x) \notin R_j$ $= \xi(x) = [\xi_1(x),...,\xi_i(x),...\xi_n(x)]$ sinon
6	Communication complète	$\eta_i(x) = \xi(x) = [\xi_1(x),...,\xi_i(x),...\xi_n(x)]$
7	Information complète	$\eta_i(x) = x$
8	Routine	$\eta_i(x) =$ constante
9	Communication bruitée de j vers i	$\eta_i(x) = [\xi_i(x), \xi_j(x) + \varepsilon_j(x)]$

$\xi_i(x)$ = observation par i de la réalisation d'une variable aléatoire porteuse d'information sur l'état du monde, I_k = sous-groupe de membres de l'équipe, $\tau(x)$ = information communiquée entre membres de l'équipe et correspondant à une fonction (une synthèse, une contraction) de l'information observée par chacun, R_i = ensemble des situations exceptionnelles observées par i, $\varepsilon_i(x)$ erreur ajoutée au message dans sa communication.

Tableau 3.2 : Des formes organisationnelles élémentaires

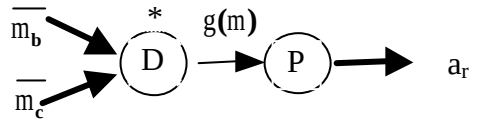
1 - Actions routinières	2 - Décentralisation complète de l'information et de la décision
	
3 - Éléments en série, avec centralisation de la décision et information complète	
	
4 - Éléments en série avec communication bruitée d'instructions	
	
5 - Éléments en série et en parallèle, avec centralisation de la décision et communication bruitée d'instructions	
	
6 - Décentralisation partielle de la décision et communication bruitée d'instructions	
	
7 - Actions séquentielles avec communication sur l'observation ou sur l'action	
	

μ = observation, α(μ) = message d'information sur une action, γ(μ) = message d'instruction, a = action, ε = bruit, * indique le où les éléments qui prennent les décisions.

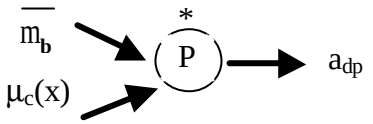
Tableau 3.3 : Un exemple, l'articulation du marketing et de la production

Fonction de gain : $w(x, a) = l_a + m_b(x)a - m_c(x)a - \frac{1}{2} n_a a^2$

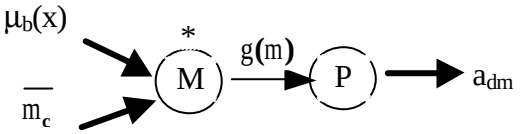
1 - Routine



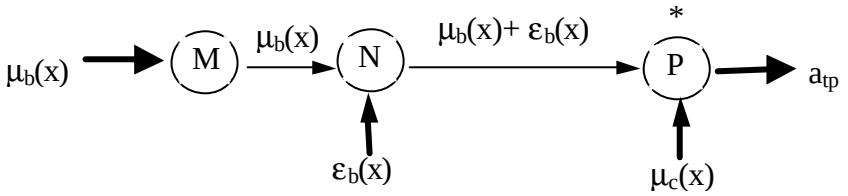
2 - Firme dominée par la production



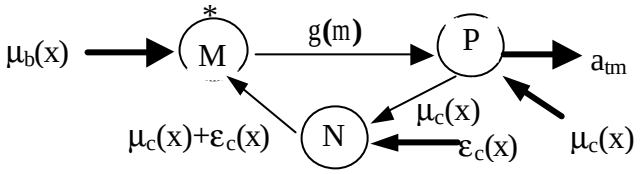
3 - Firme dominée par le marketing



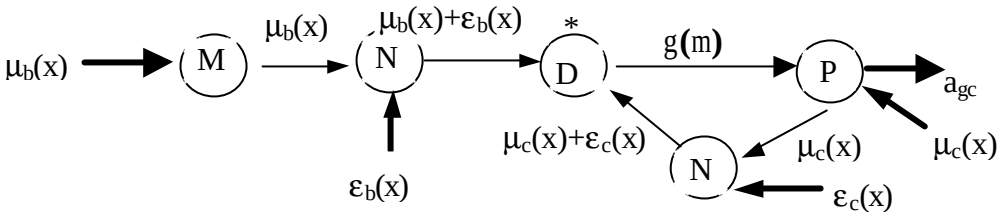
4 - Firme tirée par la production



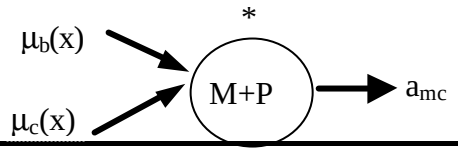
5 - Firme tirée par le marketing



6 - Firme gérée de manière centralisée



7 - Mise en commun de l'information



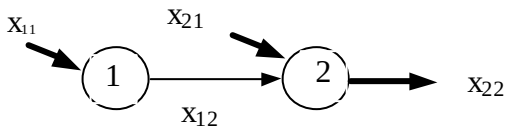
μ = observation (c, sur les recettes, b sur les coûts), $\gamma(\mu)$ = message d'instruction, a= action, ε = bruit, * indique le où les éléments qui prennent les décisions, P = service de production, M= service de marketing, N = canal de communication bruité, D = unité dédiée à la décision.

Tableau 3.4 : Les structures d'information chez Aoki (1986, 1990a)

Schéma des flux physiques sur un exemple simple avec 2 ateliers (i=1,2) et deux biens (j=1,2)

$x_1' = (-x_{11}, x_{12})$

$x_2' = (-x_{21}, x_{22} - x_{21})$



$u_i' = (u_{i1}, u_{i2})$

$Eu_i = u_i^*$

$var(u_i) = \Sigma_i$

$v_i' = (v_{i1}, v_{i2})$

Fonction de coût : $C_i(u_i, x_i) = [x_i - u_i]' B_i [x_i - u_i] + A_i = \sum_{j=1}^{2} \sum_{j'=1}^{2} (x_{ij} - u_{ij})(x_{ij'} - u_{ij'}) b_{jj'} + A_i$

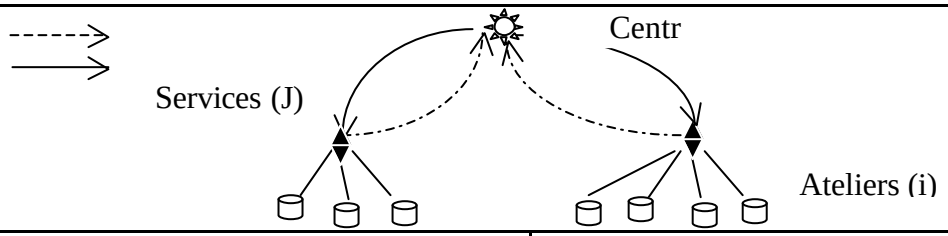
	Structures d'information	Formalisation pour une unité de décision quelconque	Hypothèses
1-(H)	Routine/contrôle imparfait/ « prior planning »	$h_c(u) = \{u_i^*\}$, (i=1,2)	
2-(IP)	Information complète/contrôle parfait	$h_c(u) = \{u_i\}$, (i=1,2)	
3-(H)	Observation imparfaite du centre et délai de calcul /contrôle à rationalité limitée	$h_c(u)_t = \{(u_i+v_i)_{t-D}\}$, (i=1,2)	$Ev_i=0$, $var(v_i)=gS_i$ $Cov(u_{it}, u_{it+D}) = e^{-JD} S_{it}$
4-(H)	Pondération entre contrôle à rationalité limitée et contrôle imparfait	$h_c(u)_t = \{(u_i+v_i)_{t-D}, u_i^*\}$, (i=1,2)	$Ev_i=0$, $var(v_i)=gS_i$ $Cov(u_{it}, u_{it+D}) = e^{-JD} S_{it}$ $a = e^{-JD}/(1+g)$
5-(J)	« Learning by doing »/coordination quasi horizontale	$h_1(u) = h_2(u) = \{u_i\}$ avec la proba. $r(t)$, $= \{u_i^*\}$ sinon, (i=1,2)	$r(t) = \exp\{-be^{-kt}\}$
6-(J)	Mise en commun de l'information/coordination horizontale imparfaite	$h_1(u) = h_2(u) = \{u_{i1}^*, u_{i2}\}$ avec la proba. $r(t)$, $= \{u_i^*\}$ sinon, (i=1,2)	
7-(J)	Modèle de participation/ Adaptation *ad hoc*	$h_1(u) = h_2(u) = \{x_i(u)\} = \{u_i+v_i\}$, (i=1,2)	$Ev_i=0$, $var(v_i) = H_i^{-1}$ $h_i = \lvert H_i \rvert^{\frac{1}{2}}$ $h_i(t_1) = h(t_1)$ $= Q \exp\{-be^{-kt}\}$ $Cov(u_{it}, u_{it+T}) = e^{-JT} S_{it}$

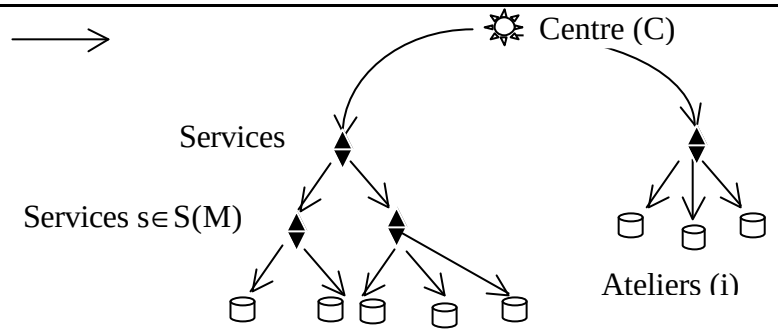
Tableau 3.5 : Les structures d'information chez Crémer (1990, 1993)

Fonctions de gain	
(1) $w(\mathbf{u},\mathbf{x}) = \mathbf{A}(\mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2) - \frac{\mathbf{B}}{2}(\mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2)^2 - \frac{\mathbf{C}}{2}(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)^2$ (2) $w(\mathbf{u},\mathbf{x}) = (\mathbf{A}^1 + g_i^1 + \mathbf{A}^2 + g_j^2)(\mathbf{x}_i^1 + \mathbf{x}_j^2) - \frac{\mathbf{B}}{2}(\mathbf{x}_i^1 + \mathbf{x}_j^2)^2 - \frac{\mathbf{C}}{2}(\mathbf{x}_i^1 - \mathbf{x}_j^2)^2$	$E\mathbf{A} = Eg_k^t = 0$ $var(\mathbf{A}) = s_A^2$ $var(g_k^t) = s_g^2$ $P_i^t = \mathbf{A}^t + g_i^t$

	Structures d'information	Hypothèses
90-(1), ID	$h_1 = h_2 = \mathbf{A} + e$	$Ee = 0, var(e) = s_e^2$
90-(1), D	$h_1 = \mathbf{A} + e_1, h_2 = \mathbf{A} + e_2$	$Ee_1 = Ee_2 = 0, var(e_1) = var(e_2) = s_e^2$
90-(2), ID	$h_i^1 = h_j^2 = (\mathbf{A}^1 + e^1, \mathbf{A}^2 + e^2)$	$Ee^1 = Ee^2 = 0, var(e^1) = var(e^2) = s_e^2$
90-(2), D	$h_i^1 = (\mathbf{A}^1 + g_i^1 + e^{(i,1)}, \mathbf{A}^2 + e^2)$, $h_j^2 = (\mathbf{A}^2 + g_j^2 + e^{(j,2)}, \mathbf{A}^1 + e^1)$	$Ee^1 = Ee^2 = Ee^{(i,1)} = Ee^{(i,2)} = 0$ $var(e^1) = var(e^2) = var(e^{(i,1)}) = var(e^{(j,2)}) = s_e^2$
93 **ID ® D**	$h^2 = (\mathbf{A} + x_{h_1^1}, ... \mathbf{A} + x_{h_1^n}), h_1^t$ Î $\mathbf{H}$ $h^2 = (\mathbf{A} + x_{h_2^1}, ... \mathbf{A} + x_{h_2^n}), h_2^t$ Î $\mathbf{H}$	$Eh_k^t = 0, var(h_k^t) = s_x^2, cov(h_k^t, h_{k'}^{t'}) = 0$ $H_1 = \{x_{h_1^t}\}_{h_1^t \cap h_2^{t'}}, H_2 = \{x_{h_2^t}\}_{h_2^t \cap h_1^{t'}}$ $Card(H_1) = Card(H_2) = a\,n$ $H_c = H - H_1 - H_2, Card(H_c) = (1 - a)n$

Tableau 3.6 : Les formes organisationnelles hiérarchiques dans la théorie des équipes

Crémer (1980), n ateliers, s produits	
Fonction de coût : $\mathbf{C_i}(G_i, \mathbf{x_i}) = \mathbf{A_i} - G_i\mathbf{B_i}(\mathbf{x_i} - \bar{\mathbf{x}}_i) + \frac{1}{2}(\mathbf{x_i} - \bar{\mathbf{x}}_i)'\mathbf{B_i}(\mathbf{x_i} - \bar{\mathbf{x}}_i)$	
	
Structure d'information du centre	**Structure d'information d'un service**
$h_c = \{\mathbf{E}G_J, \mathbf{E}\mathbf{x}_J^d\}_{J \in q}, G_J = \sum_{i \in J} G_i, \mathbf{x}_j^d = \sum_{i \in J} \mathbf{x}_i^d$	$h_J = \{G_i, \mathbf{x}_i^d\}_{i \in J}$

Geanakoplos et Milgrom (1991), n ateliers, s produits	
Fonction de coût : $\mathbf{C_i}(g_i, \mathbf{x_i}) = \frac{1}{2}(\mathbf{x_i} - g_i)'\mathbf{B_i}(\mathbf{x_i} - g_i) - g_i'\mathbf{B_i}g_i$	
	
Structure d'information du centre	**Structure d'information d'un service**
$h_c = \{g_i + e_i, \mathbf{x}\}_{i \in \{1,\ldots,n\}}, \mathbf{x} = \sum_{M \in S(C)} \mathbf{x}_M$	$h_M = \{g_i + e_i, \mathbf{x}_M\}_{i > M}, \mathbf{x}_M = \sum_{s \in S(M)} \mathbf{x}_s$

Chapitre IV : Théories du traitement de l'information : décentralisation du traitement de l'information et prise de décision globale

Nous avons réuni trois ensembles de travaux assez hétérogènes sous le vocable de théorie du traitement de l'information. Le premier (section B) réunit un ensemble d'articles originaux réalisés par Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988) qui s'inscrivent dans la perspective de la construction d'une théorie de l'information et dans l'analyse comparée de l'efficacité des systèmes politiques[79]. Ils s'appuient à la fois sur l'analyse des règles de vote dans la théorie des choix collectifs (Klévorick et alii, 1984) et sur celle de la fiabilité des automates (Harrison, 1965).

Le second (section C) est issu de l'analyse sociologique et managériale de la bureaucratie ainsi que du débat, entamé à la suite de Knight (1921) dans les années 30 sur les facteurs limitant la taille de la firme. Il regroupe les modèles de Williamson (1967), Beckmann (1960, 1977, 1985) et Calvo et Wellicz (1978,1979).

Le troisième (section D) s'appuie sur des d'idées présentes dans l'ouvrage, fondateur de la théorie des équipes, de Marschak et Radner (1972, chapitre 7). Il puise aussi dans la théorie de la décision statistique ainsi que dans les avancées des sciences de l'informatique autour des travaux de Schwartz (1980) ou de ceux de Simon (1969) sur l'intelligence artificielle et la psychologie cognitive. Keren et

---

[79] Les auteurs ne font référence qu'à très peu de travaux à part les leurs. Néanmoins, Stiglitz a développé un vaste programme de recherche sur les théories de l'information et de l'assurance où s'inscrit l'analyse du caractère universellement faillible des décisions humaines. Les travaux de Stiglitz ont un caractère fondateur dans la perspective de l'analyse économique des organisations. C'est d'ailleurs lui qui introduit le numéro spécial du *Journal of Economic Perspective* consacré à « Organizations and economics » (printemps 1991). Dans ce même numéro, Sah développe des liens entre la question de l'analyse de l'erreur dans les organisations humaines et la question de l'efficacité économique de différents systèmes politiques. La question de la comparaison entre les régimes «socialistes » (centralisés) et les régimes «libéraux» (décentralisés) est donc aussi sous-jacente à la réflexion de Sah et Stiglitz.

Levhari (1979, 1983, 1989), Radner et Van Zandt (1992, 1996), Radner (1993), Bolton et Dewatripont (1994) et plus récemment, Kennedy (1994) appartiennent à ce troisième courant.

Nous regroupons ces approches car elles tendent à montrer que la hiérarchie est une forme de réponse aux problèmes d'agrégation auxquels font face les entreprises. Notamment, les problèmes auxquelles elles cherchent des réponses optimales, de type associatif (additionner, multiplier, chercher un maximum ou un minimum), se prêtent de manière naturelle à un traitement hiérarchique[80] :

> *« Hierarchies (trees) appear prominently as organizational structures in the existing models of information processing in organization. There are three significant reasons for this. One is that firms and other bureaucracies are stereotypically thought of as hierarchical (although information flows in organizations do not just follow the hierarchical structure of the organizational chart). Another is that hierarchies have a simpler structure than general graphs. A third is that the most commonly studied computation problem has been associative computation, which is inherently hierarchical* ». (Van Zandt, 1996, p.6)

Par rapport aux deux derniers modèles que nous avons examinés dans le chapitre III, le problème n'est plus celui de la désagrégation d'une décision vers les niveaux opérationnels, ni celui de l'ajustement des niveaux opérationnels aux observations locales, mais celui de la synthèse de l'information afin que la décision soit prise en un lieu unique de l'organisation, son sommet. Ainsi, plutôt que de prendre des décisions séparément les uns des autres, avec les problèmes de coordination informationnels que cela suppose, les membres de l'organisation

---

[80] Selon Radner et Van Zandt (1992) , ceci est un des résultats obtenus par les sciences de l'informatique et mis en avant pas Schwartz (1980).

contribuent au calcul d'une grandeur unique à partir d'ensembles d'informations séparés.

Dans ce cadre d'analyse commun, la question centrale de Sah et Stiglitz est celle de la détermination de l'organisation hiérarchique qui limite les pertes dues aux erreurs de décision. La question analysée par le second ensemble de modèle est assez proche de celle de Sah et Stiglitz, mais la formalisation adoptée est très différente : les auteurs cherchent à définir les paramètres d'une hiérarchie où les erreurs liées à la distorsion de l'information le long de la ligne hiérarchique sont minimisées. Le troisième groupe de modèle tente de déterminer la structure hiérarchique qui permet d'agréger dans les délais les plus brefs le plus d'information.

Ainsi, deux dimensions différentes du coût du traitement de l'information dans un contexte de rationalité limitée sont examinées alors qu'ils étaient négligés dans la théorie des équipes : l'erreur et le temps. Les coûts d'observation et de communication sont laissés de côté en faisant appel à un argument proche de celui de Geanakoplos en Milgrom (1991) : nous sommes dans un monde où l'information et la communication en un coût relativement moindre comparé à celui des capacités de traitement de l'information. Autrement dit, l'attention de ceux qui traitent l'information est beaucoup plus rare dans le monde économique que l'information ou les ressources de communication. Les modèles examinés fonctionnent selon un même principe de confrontation des bénéfices marginaux de la spécialisation opérationnelle et du coût marginal de la distorsion hiérarchique. Dans la section A, nous allons présenter le modèle de base de la hiérarchie sous-jacent à toutes ces approches, soit qu'elles en partent directement, soit qu'elles y font référence.

A. Un modèle de référence : la hiérarchie

Les théories du traitement de l'information ont pour point commun de chercher à décrire et à expliquer la structuration interne d'entreprises de grande taille ou leur architecture si l'on reprend la terminologie proposée par Sah et Stiglitz (1986). La forme privilégiée dans ces descriptions est la hiérarchie, qui présente l'avantage d'être plus simple à formaliser qu'un réseau de forme quelconque. De plus, les organigrammes des entreprises sont en général représentés sous la forme d'une hiérarchie, même si la sociologie des organisations souligne que le fonctionnement interne des organisations est souvent beaucoup plus complexe que ce que laisse apparaître la représentation formelle du partage des responsabilités instrumentée par l'organigramme. Nous allons reprendre quelques éléments clefs de la description formelle des hiérarchies dans les théories du traitement de l'information, exposés par la plupart des auteurs.

Une hiérarchie est une structure ayant la forme d'un arbre inversé ou d'une pyramide (tableau 4.1). Elle peut être formellement représentée par un arbre, au sens mathématique du terme, c'est à dire par un ensemble d'objets liés par une relation que l'on peut appeler « est le supérieur hiérarchique de » ($\triangleleft$) ou «est le subordonné de » ($\triangleright$), qui a quatre propriétés : la transitivité (si $A \triangleleft B$ et $B \triangleleft C$ alors $A \triangleleft C$), l'antisymétrie (si $A \triangleleft B$, B n'est pas hiérarchiquement supérieur à A, on le dira subordonné à A, qui s'écrit $B \triangleright A$), l'existence d'un seul objet, la racine, supérieur à tous les autres objets et enfin l'existence, pour chaque objet à l'exception de la racine, d'un objet immédiatement supérieur. La relation $\triangleleft$ s'interprète comme la matérialisation de la décentralisation du traitement de l'information dans la hiérarchie : si $A \triangleleft B$, alors B traite de l'information transfère le résultat de son travail à A. Dans certains modèles, la relation $\triangleleft$ s'interprète aussi ou comme la relation d'autorité formelle. Autrement dit, si $A \triangleleft B$, alors A intervient dans le contrôle du

travail de B ou encore, il supervise B. Plus rarement, la relation $\triangleleft$ indique que A détermine le contenu ou prescrit le travail de B. En théorie du traitement de l'information, la communication s'établit de B vers A (du subordonné vers le responsable hiérarchique) alors qu'en théorie des équipes elle a lieu, la plupart du temps en sens inverse : la relation de prescription du travail ou de transmission des consignes est privilégiée.

[Insérer tableau 4.1]

Pour s'approcher un peu plus de la description de l'organisation des entreprises, il faut associer un rang (un nombre) à chaque élément de manière à ce que, si $A \triangleleft B$, alors A a un rang supérieur à B et si A et B ont le même rang, alors ils ne sont pas comparables (A n'est pas hiérarchiquement supérieur à B et B n'est pas hiérarchiquement supérieur à A). Un rang correspond à un niveau hiérarchique.

Dans l'arbre, les terminaisons ou les feuilles représentent des ateliers, des postes opérationnels ou parfois des informations. Les nœuds intermédiaires sont appelés, selon les modèles, « les managers » ou les « processeurs d'information » dont les successeurs sont désignés comme des « subordonnés directs » et les prédécesseurs comme des «superviseurs » ou des «supérieurs directs ». Le nombre de subordonnés directs d'un manager mesure sa sphère de responsabilité ou l'étendue de son contrôle. Il est en général supposé supérieur ou égal à deux. On pose, par convention, que le rang le plus faible correspond aux ateliers et vaut 0. Le rang le plus élevé, qui est celui de la racine donne la hauteur de la hiérarchie, H (sa profondeur pour ceux qui préfèrent la métaphore marine à la métaphore montagnarde). Le nombre total de niveaux hiérarchiques est égal à H+1.

La hiérarchie ainsi décrite a la spécificité d'être une structure discrète dans la mesure ou ses paramètres (hauteur, étendue du contrôle) sont donnés par des nombres entiers. Van Zandt (1995) souligne que cette nature discrète de la hiérarchie disparaît souvent au profit d'approximations continues qui ne sont valides que dans certains cas.

On peut préciser plus avant les notations utilisées pour décrire la hiérarchie ainsi que certaines définitions (tableau 4.1). On pose que q_h est le nombre d'éléments[81] du niveau hiérarchique h. On considère en général qu'au niveau hiérarchique zéro, il y a n éléments (q_o=n), alors qu'au niveau H, il n'y en a qu'un (q_H=1). Les n éléments du niveau 0 vont réceptionner l'information brute et effectuer un premier traitement qu'ils vont transmettre au niveau 1. L'étendue du contrôle d'un niveau hiérarchique n'a de sens qu'à partir du niveau 1. Elle est égale à la moyenne de l'étendue du contrôle des managers de ce niveau :

$$s_h = \frac{q_{h-1}}{q_h}, \quad 1 \leq h \leq H \qquad [4.1]^{82}$$

Puisque q_H=1, on a :

$$q_h = s_{h+1} s_{h+2} \ldots s_{H-1} s_H \qquad [4.2]$$

---

[81] Selon les modèles, un élément représente un salarié, un groupe de salariés (un service ou un atelier).

[82] Pour être précis, cette formule n'est valable que si les subordonnés se trouvent sur le niveau hiérarchique immédiatement inférieur. Si œ n'est pas le cas (voir cas 2 du tableau 4.1), l'étendue du contrôle d'un niveau hiérarchique h est égale au rapport de tous les subordonnés directs des managers du niveau h (qui ne se trouvent pas forcement sur le niveau h-1) sur le nombre total de managers au niveau h. En règle générale une formule de type [3.33] s'utilise dans le cas des hiérarchies régulières que nous allons définir.

L'étendue maximale du contrôle au niveau h est donnée par le maximum de l'étendue du contrôle des managers de niveau h, qui s'écrit S_h. Une hiérarchie est dite régulière si tous les subordonnés directs d'un manager se trouvent sur le niveau hiérarchique immédiatement inférieur et si les managers associés à un même niveau hiérarchique ont la même étendue du contrôle (cas 3 du tableau 4.1). Elle est dite uniforme (cas 4 du tableau 4.1) si tous les managers ont la même étendue du contrôle. Si s est l'étendue du contrôle dans le cas uniforme, alors[83] :

$$q_h = s^{H-h} \quad \text{et} \quad n = q_0 = s^H \qquad [4.3]$$

On peut déduire aisément de [4.3] une propriété souvent utilisée de la hiérarchie uniforme qui indique que pour une étendue du contrôle donnée (s), la hauteur de la hiérarchie (H) croît de manière logarithmique en fonction du nombre d'opérationnels (n). Dans ce cas, la connaissance de deux paramètres parmi n, s, H décrit complètement la hiérarchie

Une autre statistique que l'on peut construire pour décrire la hiérarchie est le nombre total de managers ou des services administratifs, selon que l'on considère qu'un élément est un salarié ou un groupe de salariés :

$$Q = \sum_{h=1}^{H} q_h \qquad [4.4]$$

[83] Van Zandt (1995) signale que ces définitions, pourtant partagées par la plupart des auteurs, sont restrictives, car elles supposent que n peut s'écrire sous la forme d'un entier plus grand que 1 à la puissance H, ce qui n'est pas toujours le cas. Il propose la définition suivante où $\lceil x \rceil$ représente x arrondi à l'entier supérieur et $\lfloor x \rfloor$, x arrondi à l'entier inférieur : Une hiérarchie est régulière si l'étendu du contrôle maximale des managers de rang h (S_h) est égale à $\lceil s_h \rceil$. Elle est uniforme si elle est régulière et si les étendues du contrôle des niveaux hiérarchiques ne diffèrent pas de plus de 1. Dans une hiérarchie uniforme de hauteur H, l'étendue du contrôle de chaque niveau hiérarchique est soit $\lfloor n^{1/H} \rfloor$, soit $\lceil n^{1/H} \rceil$. Enfin, une hiérarchie est strictement régulière quand q_{h-1}/q_h est entier quel que soit h.

Dans une hiérarchie uniforme, on a :

$$Q = 1 + s + s^2 + \ldots + s^{H-2} + s^{H-1} = \frac{s^H - 1}{s - 1} \qquad [4.5]$$

Comme s=2 est le nombre minimum de subordonnés d'un manager, on sait que dans toutes les hiérarchies, Q est au moins égal à 2^H-1.

Dans les modèles sous revue, l'information qui intéresse l'organisation est celle qui concerne son environnement, et elle est donnée. Elle entre dans la hiérarchie par sa base et ressort par la racine sous la forme d'une réponse ou d'une décision. Les opérations réalisées aux niveaux intermédiaires de la hiérarchie sont en général associatives : additionner, multiplier, trouver un maximum ou un minimum en comparant deux nombres, trouver le meilleur projet dans un groupe de projets en les comparant deux à deux etc. C'est d'ailleurs la nature associative du problème examiné qui conduit à s'intéresser à un graphe ayant une forme hiérarchique et non une forme quelconque. Deux types d'argument justifie la focalisation sur des opérations associatives. D'un côté, beaucoup de décisions économiques correspondent à un tel schéma (calculs comptables, sélection de projets, optimisation etc.). De l'autre, ces opérations se traitent plus aisément d'un point de vue technique : les règles de décision optimales sont des fonctions linéaires des observations, le résultat d'une opération associative est une donnée et une seule, quel que soit le nombre de données primaires qui ont servi à élaborer le calcul. Le traitement de l'information consiste dès lors en deux types d'opération : l'observation des données primaires, effectuée par le premier niveau de processeurs (les opérationnels ou les ateliers) et l'agrégation des données effectuée aux différents niveaux intermédiaires de la hiérarchie.

Enfin, les étapes intermédiaires, qui servent à réduire la taille du problème à traiter pour chaque intervenant dans le processus de décision prennent du temps et génèrent un délai, qui, logiquement, devrait être inférieur à celui qu'aurait pris la décision si toute l'information avait été traitée par un individu. En effet, le traitement hiérarchique de l'information permet d'effectuer les opérations en parallèle, alors qu'elles auraient été réalisées de manière séquentielle par une seule et même personne.

B. Organiser la décision pour maîtriser la faillibilité humaine

Sah et Stiglitz (1986) appellent architecture la structure interne d'une organisation. Elle se définit de la façon suivante :

> « *The architecture (like that of a computer or electrical system) describes how the constituent decision-making units are arranged together in a system, how the decision making authority and ability is distributed within a system, who gathers what information, and who communicates what with whom* » (p. 716).

On retrouve l'image sous-jacente de l'arbre utilisée pour décrire la hiérarchie dans la section précédente. Comme nous allons le voir, elle va être considérablement simplifiée par Sah et Stiglitz du fait de la question qu'ils cherchent à résoudre.

Les architectures qu'ils examinent sont décrites dans le contexte spécifique de la sélection de projets au sein des organisations : projets d'investissement, de recherche, de recrutement. Cette sélection doit avoir lieu, alors même que les décisions individuelles sont affectées par la faillibilité humaine, expression de la rationalité bornée chez ces deux auteurs. Autrement dit, les individus qui traitent l'information peuvent très bien se tromper dans leur évaluation. L'idée centrale

qu'ils vont décliner dans plusieurs modèles est que, du fait de la faillibilité humaine, le comportement d'une organisation est une conséquence de son architecture.

1. Différentes règles de décision ou architectures

Dans ce cadre, ils vont examiner quatre architectures qui diffèrent essentiellement dans les règles appliquées à la sélection des projets : la polyarchie, la hiérarchie, le comité et les organisations complexes. Ces quatre architectures ont des statuts légèrement différents. La polyarchie et la hiérarchie peuvent être vues, sous l'angle formel, comme des cas polaires d'un continuum de formes pures représentées par le comité. Les organisations complexes sont des formes hybrides où plusieurs formes pures se superposent. Le tableau 4.2 fournit quelques schémas de formes élémentaires composées d'un petit nombre d'individus.

[Insérer tableau 4.2]

La polyarchie est un système où plusieurs décideurs sélectionnent des projets indépendamment les uns des autres. Plus précisément, pour un portefeuille de projets donnés, initialement réparti entre plusieurs décideurs, chacun va évaluer un projet, le choisir et donc le conserver ou le rejeter, et alors le transmettre à un autre décideur qui pourra éventuellement le sélectionner. Notons que dans une polyarchie, il y a une forme de communication entre unités de décision puisqu'elles se transmettent les projets qu'elles rejettent. Pourtant, les unités de décision ne tirent pas partie de l'information que véhicule cette communication, à savoir que le projet vient d'être rejeté par une autre unité de décision[84]. Pour Sah et Stiglitz, la polyarchie correspond à un système totalement décentralisé, dont l'archétype est l'économie de marché de

[84] Nous allons voir que cette information est néanmoins indirectement utilisée dans une des extensions du modèle.

la théorie standard. Dans le langage de l'informatique, cette architecture correspond à un système où l'information est traitée en parallèle. La polyarchie peut être coordonnée ou non coordonnée. Dans le premier cas, les unités décideuses déterminent des modalités communes de filtrage des projets. Par exemple, elles se fixent un niveau de réservation sur le profit attendu des projets qui maximise la somme de l'output attendu dans les différentes unités. Dans le second cas, aucune règle commune ne vient fixer le cadre de la sélection des projets dans chaque unité. Si l'on reprend l'exemple précédent chaque unité fixe alors séparément son niveau de réservation en fonction de son propre résultat attendu.

La hiérarchie est un système où une seule unité décideuse arrête la liste des projets adoptés tandis que les autres unités aident à la prise de décision. Plus précisément, pour un portefeuille de projets donnés, la hiérarchie est la structure qui choisit les projets à l'unanimité : les niveaux inférieurs aident à la décision en éliminant les projets qu'ils jugent mauvais et l'unité qui chapeaute la hiérarchie n'examine que les projets qui ont été consécutivement retenus par tous les niveaux hiérarchiques. Cette structure est centralisée car une seule unité prend la décision finale. Mais celle-ci n'a pas de pouvoir discrétionnaire : elle ne peut sélectionner un projet qui a été refusé par une unité intermédiaire car elle n'en aura jamais connaissance. En ce sens, il y a une certaine décentralisation des décisions car toutes les unités prennent au moins la décision négative de rejeter certains projets et la décision finale est une décision collective puisqu'elle suit la règle de l'unanimité. De manière symétrique au cas de la polyarchie, les niveaux supérieurs de la hiérarchie (i) ne tirent pas partie de l'information supplémentaire qu'ils reçoivent quand un projet leur est transmis, à savoir qu'il a été jugé favorablement aux niveaux i-1, i-2, etc. Dans le langage de l'informatique, cette architecture correspond à un système où l'information est traitée de manière séquentielle.

Le comité est tout simplement un système où les projets sélectionnés sont ceux qui ont été retenus par k membres parmi les n membres qui le composent. Formellement, le comité décrit donc un continuum de structures, dont la polyarchie et la hiérarchie forment les cas polaires. Un comité où il suffit de l'accord d'un membre pour sélectionner un projet est une polyarchie, un comité où l'accord unanime des k membres est nécessaire est une hiérarchie[85].

Les organisations complexes, enfin sont des mélanges de ces différentes formes. Par exemple, une polyarchie de m hiérarchie est une organisation où, au sein de m unités, les décisions doivent être prises à l'unanimité alors qu'entre les unités, elles sont prises selon les règles de la polyarchie. De même, on peut aisément concevoir un comité composé d'un ensemble de sous-comités. Sah et Stiglitz (1985) indiquent que certaines organisations complexes conduisent presque à éradiquer les erreurs, mais qu'elles ne sont pas observées dans la vie réelle où l'on rencontre plus souvent des architectures ayant des formes pures. La raison se trouve dans le coût associé à ces formes complexes.

La hiérarchie formalisée par Sah et Stiglitz est très particulière. Puisqu'ils centrent leur intérêt sur l'analyse de l'erreur et non sur celle des délais, ils n'envisagent pas de division du travail aux différents échelons de la hiérarchie : une seule unité prend connaissance de la totalité de l'information et la traite. Le nombre de niveaux hiérarchique est donc égal au nombre des membres qui participent à la hiérarchie (n) et la notion d'étendue du contrôle n'a pas de sens. Dans les modèles que nous examinerons dans la section D, l'organisation de la décision vise aussi à maîtriser le temps. Dès brs, chaque niveau hiérarchique est composé de plusieurs

---

[85] Nous verrons néanmoins, en examinant les extensions du modèle, que la polyarchie (la hiérarchie) se distingue du comité qui sélectionne à une seule voix (à l'unanimité).

unités de décision qui se partagent le travail en traitant l'information en parallèle, indépendamment les unes des autres. La hiérarchie dans ces modèles s'apparente plutôt à une organisation complexe au sens de Sah et Stiglitz.

2. Le modèle de base de Sah et Stiglitz

Dans le cas le plus général, Sah et Stiglitz (1985, 1986) envisagent une situation où il s'agit de sélectionner des projets dans un univers où ceux-ci sont de deux types «bon» (en proportion α) et «mauvais» (en proportion $1-\alpha$). La qualité d'un projet se juge à son rendement. S'il est bon (type 1), son rendement sera positif (x_1), s'il est mauvais (type 2), il sera négatif ($-x_2$).

Un individu qui ne fait pas d'erreur accepte les bons projets et rejette les mauvais projets. Cependant, dans le monde à rationalité limitée que le modèle cherche à appréhender, un individu peut se tromper de deux manières différentes (tableau 4.2) : il peut rejeter un bon projet (erreur de type I) ou bien accepter un mauvais projet (erreur de type II). La probabilité d'accepter un bon projet est P_1, celle d'accepter un mauvais projet est P_2. L'individu accepte le projet lorsque le signal qu'il reçoit lui indique que le projet est bon, il le rejette dans le cas inverse. Comme on suppose que les individus apportent une compétence lorsqu'ils traitent l'information, on a $0<P_2<P_1<1$. Autrement dit, en tant que processeur d'information, les individus filtrent effectivement les projets, mais ils le font de manière imparfaite.

Les erreurs individuelles vont se composer les unes aux autres pour former une erreur collective au sein des différentes architectures analysées par les auteurs. Ainsi, la probabilité d'accepter un mauvais projet au sein d'une architecture correspond à une erreur collective de type II. Cette probabilité s'écrit respectivement, pour la polyarchie et la hiérarchie avec deux évaluateurs :

$$\begin{aligned} &\text{Polyarchie} : f_2^P = P_2 + (1-P_2)P_2 = P_2(2-P_2) \\ &\text{Hiérarchie} : f_2^H = (P_2)^2 \end{aligned} \qquad [4.6]$$

En effet, dans la polyarchie, un mauvais projet peut être accepté en premier choix avec la probabilité P_2 ou en second choix avec la probabilité $(1-P_2)P_2$, alors que dans la hiérarchie, il doit être accepté de manière unanime $(P_2)^2$. On peut écrire de manière symétrique la probabilité d'une erreur collective de type I :

$$\begin{aligned} &\text{Polyarchie} : 1 - f_1^P = 1 - P_1(2-P_1) \\ &\text{Hiérarchie} : 1 - f_1^H = 1 - (P_1)^2 \end{aligned} \qquad [4.7]$$

Il est aisé de voir sur cet exemple simple que les deux systèmes font des erreurs différentes. La polyarchie est plus encline à accepter de mauvais projets que la hiérarchie (à faire des erreurs de type II), alors que la hiérarchie rejette plus souvent de bons projets (fait plus d'erreurs de type I).

Plus généralement, dans un comité où k membres parmi n doivent accepter un projet pour qu'il soit sélectionné, la probabilité d'accepter un projet de type i s'écrit :

$$f_i^C = \sum_{j=k}^{n} C_n^j P_i^j (1-P_i)^{n-j} \qquad [4.8]$$

Tous les cas où j personnes parmi n, avec j plus grand ou égal à k, acceptent le projet sont des cas où il est effectivement sélectionné. A partir de [4.7], il est aisé de calculer l'erreur collective associée à une polyarchie (hiérarchie) de taille n puisqu'il suffit de considérer que k=1 (respectivement k=n) (tableau 4.2).

En connaissant les instruments d'évaluation à la disposition d'un individu pour cerner la valeur d'un projet et la fonction de densité des projets, il est possible

d'écrire le nombre de projets sélectionnés, où O représente le type d'organisation (P, H, C, PH, HP, etc.) :

$$N^O = E(f^O) = \alpha f_1^O + (1-\alpha) f_2^O \qquad [4.9]$$

On montre sans difficulté que la polyarchie accepte plus de projets que la hiérarchie. On peut aussi définir une « fonction de production » des processeurs d'information au sein de l'entreprise, qui décrit le rendement attendu du portefeuille de projets sélectionnés. Cette grandeur permet de comparer l'efficacité relative des différentes architectures. Si l'on considère le modèle de base, elle s'écrit :

$$Y^O = E(xf^O) = \alpha x_1 f_1^O - (1-\alpha) x_2 f_2^O \qquad [4.10]$$

Les facteurs qui déterminent l'efficacité de chacune des architectures sont la qualité du portefeuille initial de projets que l'on peut représenter par $\alpha x_1/(1-\alpha)x_2$, la propension à l'erreur des processeurs d'information ($1-P_1$, P_2) que l'on peut interpréter comme la qualité du management, et la taille de l'organisation. Notons que l'on peut déterminer la taille optimale de l'organisation (n*) comme étant celle qui maximise le rendement attendu de portefeuille sélectionné. Lorsque l'on analyse la hiérarchie, la question de la taille optimale est strictement équivalente à celle du nombre de niveaux hiérarchiques optimal. De même, pour le comité, on peut rechercher la règle de décision optimale ou le niveau optimal de consensus (k*) qui maximise son output.

3. Les extensions du modèle de base

Nous allons présenter les deux principales extensions[86] au modèle de base réalisées par Sah et Stiglitz : l'enrichissement de la description des signaux et de la technologie utilisée par les individus pour filtrer les projets (1986), l'approfondissement de la description du fonctionnement des comités (1988) qui conduit à analyser à nouveau la question de la performance des différentes architectures.

Dans le modèle de base, les individus sont immergés dans un environnement où les projets rentrent dans deux catégories seulement, et où ils perçoivent un signal binaire imparfait qui détermine leur choix d'accepter ou de rejeter un projet. Une première extension du modèle consiste à envisager un continuum de projets, ayant une fonction de densité g(x). Les équations [4.7] et [4.8] se réécrivent :

$$\begin{aligned} N^O &= E(f^O) = \int f^O(x)g(x)dx \\ Y^O &= E(xf^O) = \int xf^O(x)g(x)dx \end{aligned} \qquad [4.11]$$

Dans ce cadre, on peut tout d'abord considérer une première famille de filtres où la probabilité d'accepter un projet est une fonction linéaire de son rendement. Au lieu des deux valeurs P_1 et P_2, caractérisant le travail d'évaluation des individus dans le modèle de base, on a une fonction P(x) décrivant la probabilité qu'un projet soit sélectionné selon son rendement (« screening function ») telle que :

---

[86] Nous laissons de côté une troisième extension, plus périphérique, qui se focalise sur le processus de sélection des managers au sein d'une économie, en fonction de la taille moyenne du tissu de hiérarchies qui la compose (Sah et Stiglitz, 1991). Dans ce travail, les notions de « centralisation » et de « décentralisation » s'appliquent à l'économie tout entière : les auteurs considèrent qu'une économie est plus décentralisée lorsqu'une part plus grande des managers est concentrée dans des hiérarchies de plus grande taille. Ici, le terme « managers » s'applique aux processeurs d'information, qui est le seul type de main d'œuvre considéré.

$$P(x) = P[E(x)] + P_x[x - E(x)] \qquad [4.12]$$

P[E(x)] peut être interprété comme l'envergure du filtre et P_x comme sa capacité discriminante : plus le premier est grand, plus le filtre est « lâche », et plus le second est grand, plus il est discriminant.

On peut aussi considérer une seconde famille de filtre reposant sur un signal de type :

$$y = x + \theta \qquad [4.13]$$

θ représente l'erreur faite par l'individu lorsqu'il évalue un projet. On la considère indépendante du rendement x. M(θ) est la fonction de répartition de l'erreur, m(θ), sa fonction de densité. Pour filtrer les projets, une règle de décision est fixée où tous les projets dont le rendement signalé dépasse un rendement de réservation R sont sélectionnés. La fonction P(x,R), probabilité qu'un projet soit accepté, s'écrit :

$$P(x, R) \equiv \Pr ob[y \geq R] = 1 - M(R - x) \qquad [4.14]$$

On voit aisément que $P'_x \geq 0$ et $P'_R \leq 0$. Autrement dit, la probabilité qu'un projet soit accepté augmente avec le rendement du projet (x) et diminue avec le rendement de réservation R. Ce dernier va être choisi par les différentes architectures de manière à maximiser le rendement attendu du portefeuille de projets :

$$\underset{R}{\text{Max}}\, Y^O = E(xf^O(x, R)) = \int xf^O(x, R)g(x)dx \qquad [4.15]$$

R va donc être endogène à l'architecture considérée. Notamment, les auteurs montrent que le rendement de réservation d'une polyarchie est supérieur à celui

d'une hiérarchie pour une raison assez intuitive. Dans une hiérarchie, chaque membre sait que les projets qu'il reçoit ont été examinés par ses prédécesseurs et qu'ils seront examinés à nouveau par ses successeurs. Le filtre utilisé peut donc être moins exigeant que celui de la polyarchie ou chacun sait, non seulement que sa décision est déterminante, mais aussi que parmi les projets examinés, certains ont déjà été rejetés par d'autres personnes.

Dans le modèle de base, l'analyse des comités reste très sommaire. Notamment, une polyarchie est assimilée formellement à un comité où il suffit qu'une personne approuve un projet pour qu'il soit adopté et une hiérarchie à un comité fonctionnant à l'unanimité. Cela est vrai sous l'angle du calcul de l'erreur collective, mais cela est faux sous l'angle du coût d'évaluation : dans un comité, tout le monde examine systématiquement l'ensemble des projets avant que la décision collective ne soit prise, alors que dans la hiérarchie et la polyarchie, ce n'est pas le cas : dans la hiérarchie, les projets refusés au niveau i ne sont pas examinés au niveau i+1 et dans la polyarchie, un projet adopté dès le premier examen ne sera plus jamais analysé. Ainsi, le coût de d'évaluation d'un comité ne dépend que de sa taille. Il ne dépend pas de la règle de décision k. Les coûts de coordination d'une polyarchie ou d'une hiérarchie vont, quant à eux, dépendre à la fois de la taille de l'architecture et de la propension qu'auront les évaluateurs à accepter ou rejeter des projets.

Formellement, si le coût d'évaluation d'un projet par un individu est e, une prise de décision collective concernant ce projet coûtera à un comité de taille n :

$$E^{C} = ne \qquad [4.16]$$

Pour déterminer ce coût au sein d'une hiérarchie ou d'une polyarchie de taille n, il s'agit de calculer tout d'abord le nombre d'évaluations attendues pour un projet de type i. on obtient :

$$\begin{aligned} &\text{Polyarchie} : \sum_{j=1}^{n} (1-P_i)^{j-1} = \frac{1-(1-P_i)^n}{P_i} \\ &\text{Hiérarchie} : \sum_{j=1}^{n} (P_i)^{j-1} = \frac{1-P_i^n}{1-P_i} \end{aligned} \qquad [4.17]$$

Le coût collectif d'évaluation d'un projet en découle aisément, connaissant la proportion relative de projets des deux types :

$$\begin{aligned} E^P &= e\left[\alpha \frac{1-(1-P_1)^n}{P_1} + (1-\alpha)\frac{1-(1-P_2)^n}{P_2}\right] \\ E^H &= e\left[\alpha \frac{1-P_1^n}{1-P_1} + (1-\alpha)\frac{1-P_2^n}{1-P_2}\right] \end{aligned} \qquad [4.18]$$

Pour comparer la performance relative de différentes architectures, il faut tenir compte de ce coût. Il ne suffit donc pas de comparer Y^O, il faut examiner $I^O=Y^O-E^O$. De manière assez intuitive, le coût collectif d'évaluation d'un comité est plus élevé que celui d'une polyarchie, lui-même plus élevé que celui d'une hiérarchie. Notons qu'un paramètre supplémentaire, e, intervient dans la détermination de la performance des différentes architectures.

Ce réexamen de la question de la performance pourrait être encore enrichit en tenant compte du délai de traitement de l'information. Dans la hiérarchie, l'analyse des projets est séquentielle, ce qui implique qu'un niveau hiérarchique ne peut examiner un projet que lorsque le niveau inférieur a terminé de l'examiner. Ceci est aussi vrai pour une partie des projets au sein de la polyarchie. Au sein des comités,

en revanche, chacun examine tous les projets, ce qui peut être réalisé de manière simultanée. A priori, le délai lié à la séquence d'évaluation est donc plus élevé dans la hiérarchie comparée à la polyarchie et dans la polyarchie comparée au comité. Il y a cependant une autre source de délai, qui est la communication. Ce temps de communication est nul dans la hiérarchie et dans la polyarchie puisque la concertation n'y est pas nécessaire. Par contre elle l'est au sein du comité puisqu'une fois que tout le monde a évalué les rapports, chacun doit émettre son opinion et celles-ci doivent être agrégées pour évaluer le degré de consensus.

Cette question du délai de traitement de l'information est la préoccupation centrale du corpus de théories que nous allons exposer en section D. Mais avant d'aborder ces travaux, nous allons examiner un second ensemble de modèles qui se penchent sur la question de la faillibilité humaine et de l'erreur en la formalisant d'une manière tout à fait différente de celle de Sah et Stiglitz.

C. Organiser la décision pour maîtriser la perte de contrôle

La question centrale posée par ces modèles est : sous quelle forme la hiérarchie maîtrise-t-elle la perte de contrôle liée à la délégation des décisions ? Autrement dit, comment concevoir l'organisation (son « design ») de manière à minimiser les pertes dues à la distorsion de l'information le long de la ligne hiérarchique.

Nous avons souligné, dans l'introduction du chapitre, le fait que les modèles ici regroupés s'attachent à la description du mouvement ascendant de l'information au sein des organisations, mouvement qui concoure à la prise de décisions globales. Les modèles que nous allons analyser dans cette section font exception à cette règle. En fait, le flux d'information y occupe une place ambiguë car son rôle dans l'activité de

l'entreprise n'est pas clairement précisé et les deux logiques ascendantes et descendantes de l'information sont tour à tour évoquées.

La particularité de ces modèles est qu'ils tendent à décrire l'activité de la sphère administrative de l'entreprise comme une activité de supervision. Ils sont donc à la frontière des théories coopératives de la firme et des théories des incitations. La relation $\triangleleft$ ($A \triangleleft B$) y est interprétée comme une relation d'autorité formelle. A prescrit et surtout contrôle ou supervise le travail de B, car B peut se tromper involontairement dans son travail, mais il peut aussi, comme c'est le cas pour Calvo et Wellisz (1978, 1979) prétendre qu'il travaille alors qu'il saisit l'opportunité de l'opacité de son effort pour tricher discrètement.

Ces modèles ont deux initiateurs : Beckmann (1960) et Williamson (1967) qui s'inspirent des théories sociologiques et managériales de l'organisation, en plein essor dans les années 60. Beckmann puise ses questions dans la littérature issue du courant structuro-fonctionnaliste. Dans son ouvrage de 1985, outre un grand nombre de références économiques (dont Arrow, Marschak, Radner, Groves, Stiglitz) Beckmann cite les travaux de Weber, Merton, mais aussi de Blau et Scott (théories de la contingence structurelle), Cyert et March (théories behaviouristes) et Simon. Nous reviendrons sur cet ouvrage, ainsi que sur un article de 1977 dans le chapitre V car Beckmann y propose une fonction de production récursive qui formalise des interdépendances productives.

Williamson, quant à lui, s'inscrit dans le débat économique sur la taille optimale de la firme, auquel Knight, Robinson et Kaldor ont pris part dans les années 30, relayés dans les années 50 par Ross et Penrose. Il fait néanmoins référence à des travaux de psychologie cognitive (Bartlett, 1932) et aux théories de la bureaucratie, notamment celles qui se sont penchées sur le fonctionnement des administrations

publiques (Downs, 1966). Il revendique d'ailleurs l'intérêt d'emprunter des hypothèses comportementales de la théorie des organisations et de les injecter dans le cadre de l'analyse économique. Ces modèles trouvent leur prolongement dans les articles de Calvo et Wellisz (1978, 1979), Keren et Levhari (1979, 1983, 1989) et Kennedy (1994) que nous examinerons dans les sections suivantes.

1. Beckmann et Williamson : la perte de contrôle comme donnée technologique

Beckmann (1960) et Williamson (1967) développent leur modèle pour répondre à une question qui hante la micro-économie et la théorie de la firme : comment justifier l'hypothèse d'une courbe de coût moyen à long terme en forme de U ? Cette hypothèse participe à la justification de l'existence de firmes ayant durablement une de taille intermédiaire, ni nulle, ni infinie. La réponse traditionnelle à cette question est que la courbe de coût moyen commence par décroître pour des raisons qui se trouvent du côté de la sphère productive de l'entreprise (gains de spécialisation, fixité des équipements etc.) et qu'elle finit par croître pour des raisons qui se trouvent du côté du côté des limites des capacités de l'entrepreneur.

La réponse proposée par Beckmann dépasse cette vision centrée sur l'entrepreneur. Il s'inscrit dans une réflexion sur la hiérarchie dont la raison d'être est le repousser les limites de la rationalité individuelle du ou des dirigeants de l'entreprise. Cependant, la hiérarchie génère elle-même des coûts d'administration ou de gestion. Ces coûts finissent-ils par compenser les économies d'échelle dans la production ? Beckmann répond par la négative dans un cadre circonscrit par un jeu de trois hypothèses.

Williamson, quant à lui, répond de manière positive en ajoutant une hypothèse supplémentaire à un cas particulier du modèle de Beckmann, celui de la hiérarchie

uniforme à ratio de salaire fixe. Cette hypothèse est celle d'une perte de contrôle des managers qui est formalisée comme un paramètre technologique dont l'origine n'est pas véritablement explicitée. Ce faisant, il renoue avec une vision conflictuelle de l'entreprise : l'initiative des individu n'est pas une source de créativité mais elle génère le prélèvement d'une rente.

Enfin Beckmann et Williamson supposent l'existence d'une hiérarchie de salaires interne à la firme. Cette hypothèse sera justifiée et approfondie par d'autres auteurs, notamment Calvo et Wellisz (1978, 1979) et Rosen (1982).

a) Un cadre de trois hypothèses

Le modèle de Beckmann (1960) est à la fois simple et général. Il s'appuie sur l'arithmétique de la hiérarchie présentée dans la section A[87]. Il vise à montrer que l'existence de déséconomies d'administration dans le modèle hiérarchique n'est pas une chose aussi évidente que ce que dit le sens commun.

Celui-ci peut être illustré par la fameuse loi de Parkinson (Parkinson, 1955) qui dit que dans les bureaucraties, l'activité finit par boucler sur elle-même : l'organisation embauche des administratifs qui vont finir par passer tout leur temps à des tâches de coordination (réunions, conférences, présentations etc.) et ainsi réclamer l'embauche de nouveaux administratifs etc. Notons que l'énoncé de la loi de Parkinson montre à quel point il était difficile, dans les années 50, de définir en quoi les tâches administratives contribuaient à l'efficacité productive : les temps de

[87] Beckmann et Williamson ne tiennent pas compte, dans leurs modèles des contraintes associées au fait que la hiérarchie et une structure discrète dont les composantes sont des nombres entiers. Néanmoins, Van Zandt (1995) montre que ces approximations ne mettent pas en cause le cœur de leurs résultats.

coordination et d'échange d'information sont perçus comme des temps morts, improductifs.

Si l'on reprend les notations précédentes, q_0 représente le nombre de travailleurs « directs » ou « productifs » ou encore le nombre d'opérateurs. Ils gagnent un salaire w_0. La sphère productive de l'entreprise est chapeautée par une sphère administrative composée de H niveaux hiérarchique. Chaque niveau h est composé de q_h individus rémunérés au salaire w_h. Les seuls facteurs de production étant les différentes formes de travail, le coût total C_H est composé d'un coût de production direct et d'un coût administratif :

$$C_H = w_0 q_0 + \sum_{h=1}^{H} w_h q_h = \sum_{h=0}^{H} w_h q_h \qquad [4.19]$$

Beckmann pose trois hypothèses. Tout d'abord, l'étendue du contrôle s_h admet une borne inférieure s :

$$s_h = \frac{q_{h-1}}{q_h} \geq s > 1 \qquad [4.20]$$

Ensuite, le salaire d'un administratif de niveau de niveau h est toujours supérieur à celui de ses subordonnés immédiats, mais dans une proportion qui ne dépasse pas une grandeur b :

$$1 < \frac{w_h}{w_{h-1}} \leq b \qquad [4.21]$$

Enfin, la borne d'étendue du contrôle est supérieure à la borne du ratio de salaires :

$$s > b \qquad [4.22]$$

Beckmann justifie ces hypothèses en se référant à des études empiriques qui montrent qu'un contremaître encadre en général entre 8 et 15 opérateurs tandis qu'un responsable administratif supervise entre 3 et 8 autres administratifs. Les rapports de salaires semblent largement en deçà de ces ratios.

Pour estimer le coût marginal par travailleur, on désigne par Δq_h le changement dans le nombre d'administratifs du niveau h rendu nécessaire par l'ajout d'un niveau hiérarchique dans l'entreprise (la hauteur de la hiérarchie passe de H à H+1). Beckmann montre que le coût marginal d'un travailleur direct, ainsi que son coût moyen admet une seule et même borne supérieure :

$$\frac{\Delta C_H}{\Delta q_0} \leq \frac{w_0}{1-\frac{b}{s}} \text{ et } \frac{C_H}{q_0} \leq \frac{w_0}{1-\frac{b}{s}} \qquad [4.23]$$

Ainsi, à elle seule, l'arithmétique de la hiérarchie ne peut expliquer la portion croissante de la courbe de coût moyen : sous le jeu d'hypothèses posé par Beckmann, les coûts n'augmentent pas plus vite que la taille de l'entreprise au-delà d'un certain seuil. On montre aussi que le rapport du coût de la main d'œuvre indirecte au coût de la main d'œuvre directe ou le rapport du volume des deux types de main d'œuvre ne dépassent pas des seuils que l'on peut déterminer :

$$\frac{\sum_{h=1}^{H} w_h q_h}{w_0 q_0} \leq \frac{1}{1-\frac{b}{s}} \text{ et } \frac{\sum_{h=1}^{H} q_h}{q_0} \leq \frac{1}{s-1} \qquad [4.24]$$

Beckmann montre enfin que dans l'hypothèse où chaque administratif prend un nombre identique de décisions, le délai moyen de décision est lui aussi borné supérieurement. Au total, l'existence de rendements décroissant dans la sphère administrative de l'entreprise est incompatible avec celle d'une étendue du contrôle constante. Il n'y a donc pas une taille optimale unique des firmes dans les secteurs caractérisés par la nature constante des étendues du contrôle et des rendements d'échelle. La taille de la firme est ici mesurée par H, paramètre qui détermine l'effectif de l'entreprise dès lors que l'on se donne l'étendue du contrôle dans une hiérarchie uniforme.

b) La perte de contrôle des managers

Pour Williamson (1967), il faut néanmoins tenir compte d'une perte de contrôle des managers[88]. Cette perte de contrôle prend la forme d'une détérioration de l'information qui arrive à l'entrepreneur (information ascendante), grand coordonateur qui se trouve au sommet de la hiérarchie. Elle prend aussi la forme d'une perte de qualité des instructions qui sont données aux unités opérationnelles (information descendante). La perte de contrôle est d'autant plus forte que l'entreprise est grande, car chaque niveau hiérarchique supplémentaire inflige une distorsion nouvelle à l'information qui la traverse.

Williamson inscrit son modèle dans le cadre d'une hiérarchie uniforme à ratio de salaire fixe :

---

[88] Curieusement, l'article de Williamson ne fait pas référence à celui de Beckmann alors qu'ils sont d'une inspiration très proche et qu'ils semblent se répondre.

$$s_h = \frac{q_{h-1}}{q_h} = s > 1$$
$$\frac{w_h}{w_{h-1}} = b > 1 \qquad [4.25]$$

On a montré que dans ce cas, le volume du travail direct q_0 pouvait s'écrire en fonction de l'étendue du contrôle et de la hauteur de la hiérarchie [4.3]. Il considère par ailleurs une fonction de production où l'output est une proportion constante θ de l'input et une fonction de coût où tous les coûts variables en dehors les salaires sont des proportions constantes de l'output (r).

La perte du contrôle, enfin, se traduit par un écart entre le travail prescrit et le travail réel : seule une fraction a, comprise entre 0 et 1, du travail d'un subordonné contribue aux objectifs de son supérieur hiérarchique. Cette perte est strictement cumulative sur l'ensemble des niveaux hiérarchiques. Ainsi, l'efficacité des travailleurs directs est-elle proportionnelle à a^H. Alors qu'un input total égal à s^H est fourni par les travailleurs directs, celui-ci ne contribue à la production qu'à la hauteur de $(as)^H$. Il faut donc distinguer le volume de travail fournit par les travailleurs directs du volume de travail productif ou effectif. La production dépend de ce dernier uniquement :

$$Y = \theta(as)^H \qquad [4.26]$$

Le coût salarial s'écrit :

$$\sum_{h=0}^{H} w_h q_h = \sum_{h=0}^{H} w_0 b^h s^{H-h} \cong w_0 \frac{s^{H+1}}{s-b} \qquad [4.27]$$

Si l'on considère que θ est égal à l'unité, le profit de l'entreprise s'écrit :

$$\Pi_H = p(as)^H - w_0 \frac{s^{H+1}}{s-b} - r(as)^H \qquad [4.28]$$

Il est maximum pour une hauteur de la hiérarchie égale à :

$$H^* = 1 + \frac{1}{\ln a}\left[\ln \frac{w_0}{p-r} + \ln \frac{s}{s-b} + \ln\left(\frac{\ln s}{\ln(as)}\right)\right] \qquad [4.29]$$

On suppose que b est inférieur à s, ce qui est nécessaire à la simplification de [4.27], conforme aux données empiriques et concordant avec les hypothèses de Beckmann. De plus as est strictement supérieur à 1 car sinon la firme n'aurait pas intérêt à embaucher d'administratifs. L'expression [4.29] montre que la perte de contrôle, mesurée par a limite effectivement la hauteur et donc la taille de la hiérarchie : si a est égal à 1, alors cette hauteur est infinie. Enfin, la hauteur optimale croît avec l'étendue du contrôle (s) et décroît avec le ratio de salaire (b) et le rapport du salaire des travailleurs directs aux prix nets des coûts non salariaux ($w_0/(p-r)$). Le résultat concernant l'étendue du contrôle est surprenant car on s'attendrait à ce que les hiérarchies plus plates (H plus petit) soient associées à une étendue du contrôle plus grande (s plus grand), or on obtient l'inverse.

Enfin, Williamson montre que ces résultats sont robustes à diverses spécifications et extensions : économies d'échelle ($\partial\theta/\partial H>0$), managers maximisant leur utilité plutôt que le profit $(U = U(\sum_{h=1}^{H} w_h q_h, \Pi))$, imperfections du marché des produits ($\partial p/\partial Y>0$), étendue du contrôle différente pour un contremaître et pour un responsable administratif, interaction entre perte de contrôle et étendue du contrôle ($\partial a/\partial s<0$).

La grande faiblesse du modèle de Williamson vient de ce que la formalisation de la perte de contrôle ainsi que celle de l'activité des administratifs reste très sommaire. S'agit-il d'une activité de traitement de l'information ou d'une activité de supervision ? Par quel canal la distorsion hiérarchique affecte-t-elle le travail des opérateurs : ceux-ci appliquent-ils un mauvais plan de production ? Ménagent-ils leurs efforts dans un contexte de production collective ? Les modèles que nous allons examiner à présent amènent des éléments de réponse à ces questions en approfondissant la formalisation de la hiérarchie.

2. La perte de contrôle comme produit du processus de supervision

Calvo et Wellisz (1978, 1979) vont chercher à fonder théoriquement, à la fois la perte de contrôle et la hiérarchie des salaires, qui sont donnés dans le modèle de Williamson. Ils vont y parvenir en décrivant l'activité des administratifs comme une activité de supervision.

a) Modèle à main d'œuvre homogène

Dans leur modèle de 1978, Calvo et Wellisz, décrivent une hiérarchie reproduisant les traits que nous avons décrit dans la section A : q_0 travailleurs « directs » ou «productifs », q_h administratifs de niveau h (>0), Q administratifs sur l'ensemble des niveaux h (>0), une hauteur hiérarchique H. Dans cette hiérarchie, le rôle des travailleurs «indirects » ou «administratifs » est de superviser : le niveau h+1 supervise le travail effectué par le niveau h. Seul le niveau racine H n'est pas supervisé. C'est celui où se trouve les propriétaires de l'entreprise. La main d'œuvre est homogène et tous les membres de l'organisation sont également capables de faire toutes des différentes tâches nécessaires à la production.

Calvo et Wellisz (1978) ajoutent à ce cadre, à présent familier, une hypothèse d'opportunisme des travailleurs. Les travailleurs de chaque niveau h doivent fournir, un effort productif e_h. Or l'utilité d'un travailleur, si elle dépend positivement des biens consommés et donc du salaire, dépend négativement de l'effort e_h fourni dans le travail :

$$U = u(w) - v(e), \quad 0 \leq e \leq 1 \qquad 4.30]$$

La tentation est donc grande de ne pas fournir cet effort, sachant que par ailleurs il ne peut pas être appréhendé directement par le chef d'entreprise. Ainsi, la supervision qu'un niveau hiérarchique exerce sur le niveau qui lui est directement inférieur est là pour discipliner le travailleur tenté par l'oisiveté. Implicitement, ce système est donc moins coûteux qu'un suivi de la productivité marginale de chacun des travailleurs.

Deux systèmes de supervision sont envisagés, un système où le responsable hiérarchique contrôle le travail avec une probabilité P (système de «monitoring » uniforme) et un autre où le travailleur sait que pendant une portion x de son temps il ne sera pas supervisé, tandis qu'il sera supervisé de manière aléatoire sur la portion restante (système de « monitoring » avec perte de contrôle).

Les auteurs montrent que dans le cas de monitoring uniforme, si les dirigeants de l'entreprise ont intérêt à embaucher un travailleur, alors le profit peut augmenter indéfiniment en augmentant H. Il n'y a pas de limite à la taille de la firme. C'est donc la perte de contrôle, ou le fait que les travailleurs vont pouvoir identifier en partie le moment où ils sont supervisés, qui vient limiter la taille de la firme.

Dans le cas d'un système de monitoring avec perte de contrôle, l'utilité attendue par le travailleur (z) de la sélection de l'effort e s'écrit :

$$z = P\{u[xw + (1-x)ew] - v[(1-x)e]\} + (1-P)\{u(w) - v[(1-x)e]\} \quad [4.31]$$

Pendant la fraction de temps x où il sait qu'il n'est pas contrôlé le travailleur reçoit le salaire xw et ne fournit pas d'effort. Pendant le temps correspondant à la fraction (1-x) restante, si le travailleur est contrôlé, il est rémunéré proportionnellement à l'effort fourni (ew) qui est connu, s'il ne l'est pas, il touche un salaire w quel que soit son niveau d'effort. On suppose que le travailleur choisit e pour maximiser son utilité attendue :

$$\begin{aligned} &Z(P,w,x) = \underset{0 \le e \le 1}{\text{Max}}\, z \\ &e = E(P,w,x),\ E_1 \ge 0,\ E_2 \ge< 0,\ E_3 \le 0 \end{aligned} \quad [4.32]$$

Pour simplifier, on considère que $(1-e_{h+1})$ représente la portion de temps pendant laquelle chaque travailleur de niveau h ne travaille pas (x_h), car il sait qu'il ne sera pas supervisé pendant cette période. Par ailleurs, P_h dépend du degré de supervision par travailleur fournit par le niveau h+1. Il se définit comme l'inverse de l'étendue du contrôle du niveau h+1 ($1/s_{h+1}=q_{h+1}/q_h$) que multiplie l'effort de supervision (e_{h+1}) :

$$P_h = \Phi\left(\frac{e_{h+1}q_{h+1}}{q_h}\right) \quad [4.33]$$

On suppose qu'il existe niveau d'effort optimal unique e_h (aussi égal ici à une fraction du temps travaillé) pendant la période de supervision, associé à l'utilité attendue z: :

$$e_h = f\left(\frac{e_{h+1}q_{h+1}}{q_h}, w_h, e_{h+1}\right),\ f_1 \ge 0,\ f_2 \ge< 0,\ f_3 \ge 0 \quad [4.34]$$

Il y a H+1 niveaux hiérarchiques et la production représente, comme chez Williamson, une fraction θ du travail effectif fourni par la main d'œuvre directe. Si l'on considère, pour simplifier, que les pénalités infligées aux travailleurs qui trichent ne sont pas d'ordre pécuniaire, le profit de la firme, s'écrit :

$$\Pi_H = \theta e_{H-1} e_{H-2} \ldots e_0 q_0 - \sum_{h=0}^{H-1} w_h q_h \qquad [4.35]$$

Pour une hauteur de hiérarchie H, l'entrepreneur choisit les q_h et w_h (h<H) tels que le profit soit maximum sous la contrainte :

$$Z\left[\Phi\left(\frac{e_{h+1} q_{+1}}{q_h}\right), w_h, e_{h+1}\right] \geq \underline{Z},\ h = 0,\ 1,\ 2 \ldots H-1 \qquad [4.36]$$

Où $\underline{Z}$ est le niveau d'utilité que le travailleur peut obtenir en dehors de la firme.

Les auteurs montrent qu'il existe une limite à la hauteur de la hiérarchie dès lors qu'il est technologiquement impossible d'inciter la main d'oeuvre à travailler plus qu'une fraction donnée (a) du temps pendant lequel ils se savent supervisés. Cette condition s'écrit :

$$\exists\ a,\ \text{tel que},\ \ 0 \leq f(\,.\,,\,.\,,\,.\,,\,.\,) \leq a < 1 \qquad [4.37]$$

En imposant des restrictions sur la fonction f, on peut retrouver le modèle de Williamson : les firmes ont intérêt à fixer une étendue du contrôle constante et un ratio de salaire fixe et cela conduit à une perte de contrôle constante pour chaque niveau hiérarchique, qui limite la taille de la firme.

Par ailleurs, on trouve que même si un superviseur et un subordonné sont parfaitement substituables, il est rationnel, dans ce contexte hiérarchique, de verser au premier un salaire plus élevé qu'au second. L'explication est relativement intuitive : un superviseur qui triche affecte plus la production qu'un subordonné qui triche car la distorsion qu'il induit affecte le travail d'une main d'œuvre directe plus nombreuse. Il doit donc être plus fortement incité au moyen d'un salaire de niveau supérieur.

b) Main d'œuvre hétérogène et asymétrie de la distribution des salaires

Dans leur modèle de 1979, Calvo et Wellisz prolongent leur analyse de 1978 en l'étendant à une main d'œuvre hétérogène. Ils recherchent aussi une explication théorique à l'asymétrie à droite largement observée de la distribution des salaires et montrent que le mécanisme qui génère l'échelle des salaires génère aussi une échelle des capacités ou des compétences, et ceci même si toutes les tâches sont *a priori* identiques.

Ils se placent donc dans un univers hiérarchique où toutes les tâches sont, pour un même niveau de salaire, également attractives et/ou difficiles. Les travailleurs sont par contre inégalement dotés de capacité : λ_h représente la qualité d'un travailleur placé au niveau h de la hiérarchie. Cette mesure de la qualité des travailleurs prend la valeur 1 pour le dirigeant de l'entreprise ($\lambda_H = 1$). Ils sont embauchés au sein d'un groupe de travailleurs indépendants tirant de cette activité une utilité $\underline{z}$, d'autant plus importante que la qualité λ est élevée :

$$\underline{z} = \underline{Z}(\lambda),\ \underline{Z}' > 0,\ \underline{Z}'' > 0 \qquad [4.38]$$

Ils ont des préférences identiques et sont embauchés pour une période au début de laquelle ils décident s'ils vont persister dans le travail ou au contraire persister dans l'oisiveté en dissimulant un effort nul. Comme dans le modèle précédent, la firme met en place un système de supervision où le supérieur hiérarchique du niveau h+1 contrôle le travail de ses subordonnés du niveau h avec une probabilité P_h de prendre sur le fait un travailleur indélicat. Calvo et Wellisz (1979) supposent P_h égale au degré de supervision qui dépend ici de la qualité du superviseur plutôt que de son effort (ou de la qualité du subordonné) :

$$P_h = \frac{\lambda_{h+1} q_{h+1}}{q_h} \qquad [4.39]$$

En trichant, un travailleur dégage k unités de loisir. L'entreprise doit donc offrir un salaire w_h à chaque travailleur de niveau h, tel que l'utilité attendue du fait de tricher soit inférieure à celle que l'on espère d'un travail assidu :

$$w_h \text{ tel que } w_h > P_h \underline{z}_h + (1 - P_h)(w_h + k)$$
$$\text{soit} \quad w_h = \left(\frac{1}{P_h} - 1\right) k + \underline{z}_h \qquad [4.40]$$

Par ailleurs, l'entreprise choisit q_h et λ_h de manière à maximiser son profit, qui s'écrit :

$$\Pi_H = \lambda_0 q_0 - \sum_{h=0}^{H-1} w_h q_h \qquad [4.41]$$

Les auteurs montrent que les arrangements optimaux (q_h, λ_h) sont indépendants de la hauteur de la hiérarchie car le profit maximal obtenu au moyen d'une hiérarchie

de hauteur H dépend linéairement du profit maximal obtenu à partir d'une hiérarchie de hauteur H-1 :

$$\Pi_H^* = \underset{\lambda_{H-1}, q_{H-1}}{\text{Max}} \left\{ \lambda_{H-1} q_{H-1} \Pi_{H-1}^* - \left[(q_{H-1} - 1)k + \underline{Z}(\lambda_{H-1}) \right] q_{H-1} \right\} \qquad [4.42]$$

Ceci signifie que chaque niveau hiérarchique se verra offrir des conditions, et notamment un niveau de salaire, indépendant du nombre total de niveaux hiérarchiques qui caractérise l'entreprise.

Outre cela, lorsque l'on compare le profit maximal obtenu avec une hiérarchie de hauteur H à celui d'une hiérarchie de hauteur H-1, on trouve que rajouter un niveau hiérarchique ne permet d'accroître le profit maximal que lorsque la qualité de la main d'œuvre associée à ce niveau supplémentaire est supérieure à celle du niveau qui le précède :

$$\lambda_H^* > \lambda_{H-1}^* \qquad [4.43]$$

Lorsque le travail est hétérogène, il est donc rationnel que les hiérarchies allouent les travailleurs les moins productifs aux tâches associées au travail direct et les travailleurs plus capables aux tâches d'encadrement ou de supervision avec un rang qui est une fonction croissante de la capacité. Par ailleurs, plus un travailleur occupe un rang élevé, moins le degré optimal de supervision qui le concerne est élevé :

$$P_h^* < P_{h-1}^* \qquad [4.44]$$

Enfin, le différentiel inter-niveaux hiérarchiques de salaire optimal (w_h^*/w_{h-1}^*) est supérieur au différentiel d'efficacité productive optimale ($\lambda_h^*/\lambda_{h-1}^*$). L'intuition est la même que dans le cas d'une main d'œuvre homogène et s'appuie sur un effet

multiplicatif propre à la hiérarchie : lorsqu'un travailleur triche, l'entreprise perd sa production. Lorsqu'un superviseur triche, elle perd la production de l'équipe qu'il supervise. C'est pour cette raison qu'il faut placer les travailleurs les plus productifs à des niveaux hiérarchiques plus élevés et leur offrir un salaire supérieur à leur niveau d'efficacité afin de les inciter à ne pas tricher. Une conséquence est qu'au sein d'une hiérarchie, la distribution des salaires est asymétrique à droite alors même que la distribution des capacités a une forme normale. Une autre conséquence est qu'un cadre d'état major dans une hiérarchie «pointue » (et donc grande) est mieux rémunéré qu'un cadre d'état major d'une hiérarchie plus plate.

D. Organiser la décision pour maîtriser le temps

Maîtriser le temps est un autre objectif qui sous-tend la structuration des hiérarchies. Les modèles de théorie du traitement de l'information que nous allons examiner ont tous pour souci commun d'intégrer le temps de décision dans leur analyse de l'organisation. Ce temps de décision ne peut être négligé car il induit un écart entre l'observation des éléments pertinents pour la décision et la mise en œuvre de la décision, délai pendant lequel l'environnement peut évoluer, rendant la décision inefficace. Par ailleurs, l'organisation peut aussi être elle-même décrite comme un moyen de gagner du temps dans la décision ou d'être capable de traiter un problème de taille donnée dans un délai déterminé. Cette vision des choses est familière aux ingénieurs informatiques dont les travaux influencent ce courant de la littérature économique : l'architecture interne d'un ordinateur ou d'un réseau d'ordinateur est fondamentale dès lors que l'on cherche à minimiser les temps de réponse.

Si l'on poursuit la métaphore informatique, décentraliser le traitement de l'information veut dire mettre en place un traitement en parallèle de l'information. Cette situation est à comparer avec celle ou un seul individu fait l'ensemble des calculs : dans ce cas, le traitement est forcément séquentiel, c'est à dire réalisé étape après étape. Décentraliser l'information permet donc de gagner du temps car une personne seule ne fera qu'une opération en une unité de temps alors que n personne travaillant en parallèle en feront n. D'un autre côté, les processeurs décentralisés devront se communiquer les résultats de leurs calculs alors que ce n'est pas le cas lorsqu'une personne travaille seule, de manière artisanale. Enfin, dès lors qu'une spécialisation des processeurs sur une étape du traitement de l'information a une quelconque efficacité productive, le traitement séquentiel de l'information peut à son tour devenir économe en temps sous certains aspects, mais alors c'est une autre division du travail de traitement de l'information qui se met en place. La forme des coûts d'observation, de mémorisation ou de stockage, de communication et de traitement de l'information vont donc jouer un rôle décisif dans la détermination de la forme de la hiérarchie efficiente. Dans la plupart des modèles sous revue, seuls les coûts de traitement de l'information sont considérés.

Nous allons tout d'abord analyser des modèles qui se placent dans le contexte le plus simple : l'entreprise doit agréger des informations en une seule fois et elle cherche à tenir compte des conséquences que le délai de décision peut avoir sur ses coûts ou sa production. Les modèles de Keren et Levhari (1983, 1989) et de Kennedy (1994) s'inscrivent dans ce contexte tout en étant dans la continuité de la problématique de la « perte de contrôle » examinée dans la section précédente. Radner (1993) est une forme plus pure et plus rigoureuse de modèle de traitement de l'information centré sur le délai de décision.

Le modèle de base de Radner (1993) est ensuite étendu au cas où l'information arrive périodiquement. Radner (1993) désigne cette situation comme correspondant au mode «systolique » par opposition au modèle de base où l'information arrive en un coup (« one shot mode »). Van Zandt, quant à lui, utilise une métaphore informatique puisqu'il distingue le traitement de l'information en « batch » du traitement de l'information en «temps réel ». Enfin, Bolton et Dewatripont (1994) modifient certaines hypothèses du modèle en temps réel concernant la technologie du traitement de l'information et explorent les conséquences sur les formes organisationnelles efficientes.

1. Le modèle de base : traitement de l'information en « batch »

a) Inscription du processus de production dans le temps et perte de contrôle

Dans les modèles que nous allons examiner à présent (Keren et Levhari, 1983, 1989 ; Kennedy, 1994), la question de la perte de contrôle est rattachée à celle du délai qui s'écoule entre la transmission de la première information et la prise de décision. Ce délai, qui correspond au temps de coordination associé à une division du travail dans l'agrégation de l'information, affecte négativement l'output de la hiérarchie : avec le temps, l'information perd de sa pertinence.

(1) Hiérarchie régulière et délai de traitement de l'information

Le modèle de 1983 de Keren et Levhari fait référence au modèle de la hiérarchie régulière que nous avons présenté, à ceci près qu'ils transposent le

raisonnement dans un cadre continu[89] : ils remplacent le nombre de niveaux hiérarchiques (H+1), qui est discret par un continuum. Ainsi, l'expression [4.2], qui peut être réécrite de la façon suivante :

$$\ln q_h = \sum_{\eta=h+1}^{H} \ln s_\eta \qquad [4.45]$$

est remplacée par l'expression analogue dans un univers continu :

$$\ln q_h = \int_h^H \ln s_\eta d\eta \qquad [4.46]$$

à laquelle correspond l'équation différentielle :

$$\dot{q}_h = q_h \ln s_h \qquad [4.47]$$

De même, l'équation [4.4] qui donne l'effectif total des administratifs dans la hiérarchie devient :

$$Q = \int_0^H q_h dh \qquad [4.48]^{90}$$

---

[89] Van Zandt (1995) montre que cette approximation, qui simplifie certains calculs, génère des erreurs qui peuvent être importantes. Il conseille donc de conduire les raisonnements dans un cadre discret, conforme à la nature intrinsèque de la hiérarchie. C'est le cas des modèles que nous allons examiner en D.

[90] Notons, avec Van Zandt (1995), que le passage à une notation continue ne permet pas de gérer avec autant de précision la question des bornes. Implicitement, dans les formulations que nous avons retenues, la borne inférieure est exclue du calcul intégral. Ainsi, le niveau 0 des travailleurs directs n'est pas compté dans la main d'œuvre administrative.

Les auteurs justifient l'existence de la hiérarchie, non pas par la nécessité de superviser des travailleurs potentiellement opportunistes, mais par le fait que la division du travail qui la fonde permet de réduire le temps total de traitement de l'information, ou plus exactement, le temps de planification de la production. Ce temps de planification est important car tant qu'il n'est pas écoulé, les travailleurs directs continuent à mettre en œuvre un plan en partie obsolète car reposant sur des informations locales concernant le passé.

La question sous-jacente à ce modèle est assez proche des questions que pose la théorie des équipes, à ceci près qu'elle s'inscrit dans une logique de flux d'information ascendant : il ne s'agit pas de désagréger le plan de production comme chez Geanakoplos et Milgrom (1991) mais de faire remonter l'information locale sur les coûts de production en l'agrégeant au fur et à mesure, ce qui correspond bien à un traitement associatif.

Le modèle de 1989 étend le modèle de 1983 en ajoutant de la délégation d'autorité puisque les administratifs sont autorisés à simplifier l'information qu'ils transmettent. Cette simplification introduit de l'erreur dans l'information transmise tout en réduisant le temps de traitement de l'information. Keren et Levhari (1989) décrivent cette simplification comme une perte de contrôle. Son origine et sa signification sont cependant très différentes de celles des modèles de Williamson ou Calvo et Wellisz : elle est due à une décision volontaire du chef d'entreprise qui cherche à maîtriser ses délais de planification. Dans les modèles de supervision, on fixe les paramètres de la hiérarchie de manière à limiter au maximum l'oisiveté des travailleurs, dans les modèles de Keren et Levhari, on décide de perdre une partie de l'information volontairement afin de réduire les délais.

L'information qui pénètre l'organisation par la base de la hiérarchie est exprimée dans un langage naturel qui est extrêmement riche. Elle est donc très coûteuse à communiquer telle quelle. Cette richesse de l'information initiale se mesure au nombre total de mots M nécessaires pour en rendre compte. Les niveaux hiérarchiques ont le pouvoir de coder cette information dans un langage moins riche et donc moins précis, afin de permettre une communication plus rapide. On considère donc qu'à chaque niveau h correspond un langage que l'on peut caractériser par le nombre de mots m_h qu'il utilise (m_0=M). Le degré d'agrégation de l'information obtenu par le niveau h lorsqu'il fait une traduction d'un langage dans un autre (a_h) s'écrit :

$$a_h = \frac{m_{h-1}}{m_h} \qquad [4.49]$$

a_h est une variable de contrôle qui a des propriétés analogues à s_h l'autre variable de contrôle que le chef d'entreprise peut manipuler :

$$m_h = \frac{M}{a_1 a_2 \ldots a_{h-1} a_h} \qquad [4.50]$$

ou, si l'on adopte la notation continue :

$$\ln m_h = \ln M - \int_0^h a_\eta d\eta \qquad [4.51]$$

qui conduit à l'équation différentielle :

$$\dot{m}_h = m_h \ln a_h \qquad [4.52]$$

Le temps total de traitement de l'information D se décompose en temps élémentaires associés à chaque niveau hiérarchique (t_h) :

$$D = \int_0^H t_h dh \qquad [4.53]$$

Le temps t_h dépend à la fois de l'étendue du contrôle s_h propre à chaque niveau h dans une hiérarchie régulière et de la richesse du langage utilisé pour transmettre l'information m_h:

$$t_h = f(s_h, m_h) \quad f_1 > 0,\ f_2 > 0,\ f_{12} \geq 0 \qquad [4.54]$$

De manière plus intuitive, une équipe chapeautée par un supérieur hiérarchique de niveau h traite l'information en parallèle pendant un temps donné (indépendant de la taille de l'équipe), puis la communique à son superviseur qui prend autant d'unités de temps pour l'agréger qu'il y a de membres dans l'équipe soit s_h et que le langage qu'il utilise m_h est complexe. Sur un niveau hiérarchique h, plusieurs équipes travaillent en parallèle : leur nombre total n'affecte donc pas le temps de traitement de l'information de h. Si l'on nomme d_h le temps pris par la planification entre le niveau h+1 et le niveau H, il s'écrit :

$$d_h = \int_h^H t_\eta d\eta = \int_h^H f(s_\eta, m_\eta) d\eta \qquad [4.55]$$

L'équation différentielle associée est :

$$\dot{d}_h = t_h = f(s_h, m_h) \qquad [4.56]$$

Avant d'examiner la forme de la fonction de production et de coût, il faut modéliser l'erreur qui est faite en simplifiant l'information. La simplification de l'information conduite par le niveau h va se traduire par une erreur e_h qui affecte le plan de production. Cette erreur est d'autant plus grande que l'agrégation faite au niveau h (a_h) est grande et que le langage qu'il utilise (m_h) est éloigné du langage naturel M :

$$e_h = g\left(a_h, \frac{m_h}{M}\right) \quad g_1 > 0,\ g_2 < 0,\ g_{12} \leq 0 \qquad [4.57]$$

Comme pour les autres variables, on définit l'erreur cumulée faite entre le niveau h+1 et le niveau H (v_h), l'erreur totale (V) et l'évolution de l'erreur lorsque l'on ajoute un niveau hiérarchique $\dot{v}_h$:

$$v_h = \int_h^H e_\eta d\eta = \int_h^H g\left(a_\eta, \frac{m_\eta}{M}\right) d\eta \qquad [4.58]$$

$$V = \int_0^H e_h dh \qquad [4.59]$$

$$\dot{v}_h = g\left(a_h, \frac{m_h}{M}\right) \qquad [4.60]$$

L'output de l'entreprise Y_H dépend du nombre de travailleurs directs ou opérationnels, mais aussi du temps pris pour réaliser le plan de production (D) et de l'erreur qui l'entache (V). Ces deux variables peuvent être vues comme des services intermédiaires produits par la technologie administrative : les administratifs réduisent le délai de planification par rapport à la situation où le chef d'entreprise est seul pour

le construire, ils le réduisent d'autant plus que l'information est simplifiée, mais la simplification conduit à l'erreur, qui elle aussi affecte négativement l'output :

$$Y_H = F(q_0, D, V), \quad F_1 > 0, \quad F_2 < 0, \quad F_3 < 0 \qquad [4.61]$$

Le problème du chef d'entreprise est donc de concevoir la hiérarchie qui minimise à la fois les coûts salariaux (C_H), le délai de traitement de l'information et les erreurs de planification, sachant qu'il y a un arbitrage à faire entre des délais réduits et une erreur plus grande. Ses variables de contrôle sont l'étendue du contrôle s_h et le degré d'agrégation a_h, tandis que q_0, le nombre de travailleurs directs est un paramètre technologique donné, associé à la sphère productive. Le nombre d'administratifs, la hauteur de la hiérarchie, le délai de décision et l'erreur de calcul vont résulter des choix de s_h et a_h. Si w_0 représente le salaire des travailleurs directs (de niveau 0) et w_a, le salaire des administratifs (de niveau 1 à H), le programme de l'entreprise, qui sera résolu au moyen d'un hamiltonien s'écrit :

$$\begin{cases} \underset{s_h, a_h}{\text{Min}}\ C_H = w_0 q_0 + w_a \int_0^H q_h dh \\ \text{sc} \quad Y_H = F(q_0, D, V) \\ \dot{q}_h = q_h \ln s_h \\ \dot{m}_h = m_h \ln a_h \\ \dot{d}_h = f(s_h, m_h) \\ \dot{v}_h = g\left(a_h, \dfrac{m_h}{M}\right) \end{cases} \qquad [4.62]$$

En développant ce modèle, Keren et Levhari aboutissent à des conclusions qui s'opposent à partie à celles de Beckmann (1960) et de Williamson (1967). Ils montrent que la courbe de coût moyen n'a pas une forme en U stricte. Elle est

décroissante pour des niveaux de production très faible, croissante pour des niveaux très élevés, mais entre les deux, il y a probablement toute une série de minima locaux qui autorisent la coexistence de firmes de différentes tailles. La pratique de la délégation de l'autorité permet, de plus, de retarder le moment de l'arrivée de rendements décroissants.

Leurs résultats sont aussi en conflit avec ceux de Williamson (1967) et de Calvo et Wellisz (1978 et 1979) car ils montrent que l'on peut justifier l'existence de structures hiérarchiques ayant certaines caractéristiques en faisant l'économie de l'hypothèse d'un comportement opportuniste des travailleurs, pour autant que l'on pose la rationalité limitée du dirigeant de l'entreprise.

Enfin, du point de vue des paramètres de structure, ils montrent que dans les hiérarchies régulières, l'étendue du contrôle et le degré d'agrégation optimaux décroissent lorsque l'on s'élève dans la hiérarchie.

(2) Traitement parallèle, traitement séquentiel, temps et supervision

Le modèle de Kennedy (1994) s'inscrit moins directement dans le cadre hiérarchique que les modèles qui viennent d'être examinés : il confronte, du point de vue de l'efficacité dans le traitement de l'information une structure à 1 niveaux hiérarchiques où l'information est traitée en parallèle par n analystes à une structure où le même nombre d'analystes travaillent de manière séquentielle. Le problème envisagé est celui de la sélection du meilleur projet au sein d'un flux de projets. L'approche poursuivie est intéressante car elle examine à la fois la question du délai de traitement de l'information et celui de la supervision : il y a un décideur, l'élément racine dans la structure parallèle et le dernier élément de la structure séquentielle qui tranche en dernière instance et qui supervise le travail des analystes.

Un peu à la manière de Sah et Stiglitz, Kennedy considère que le modèle qui correspond à la sélection des projets au sein d'une structure hiérarchique est le modèle séquentiel : il y a spécialisation des individus sur une des étapes (i) du traitement des dossiers en fonction de leur compétence (λ_i) qui a une influence sur le niveau de salaire qui leur est versé ($w(\lambda_i)$, $w'(\lambda_i)>0$, $w''(\lambda_i)\geq 0$).

Le modèle parallèle, qui pourtant ressemble à une structure hiérarchique, est considérée comme une structure ou chacun travaille sur un projet de manière indépendante. Une différenciation des postes de travail selon la capacité des personnes n'a donc pas lieu d'être : dans une structure de ce type chacun a le même niveau de compétence (λ). La compétence ne peut être différenciée selon l'étape du traitement du dossier car chaque analyste réalise le traitement de bout en bout. Les exemples qui sont pris pour l'illustrer sont les cabinets d'experts comptables ou d'audit et les cabinets d'avocats.

Autre spécificité du modèle de Kennedy : les situations envisagées sont celles où les étapes finales de traitement de l'information sont plus faciles que les étapes initiales : les différentes étapes du traitement se cumulent de manière à ce que chaque étape supplémentaire prenne moins de temps que l'étape précédente pour un analyste de capacité donnée. C'est ce que Kennedy appelle la complexité décroissante du problème. En comparaison, les problèmes traités en théorie des équipes ainsi que les problèmes que nous allons examiner dans les sections qui suivent sont de complexité constante car ils reposent sur des opérations associatives : quel que soit le nombre de données brutes agrégées dans un résultat intermédiaire, l'agréger à un autre résultat intermédiaire ou à une autre donnée brute n'est pas moins coûteux que d'agréger deux données brutes ensemble.

L'output de l'activité de traitement de l'information est le gain attendu des projets sélectionnés qui est égal à la qualité des informations sur lesquelles les décisions reposent. Au moment où le projet est pris en charge par l'organisation, sa qualité est nulle. Un analyste i de qualité $\lambda_{i,}$ qui examine un projet de qualité q_j et qui y consacre le temps t_i produit une information de qualité q_i :

$$q_i = f(t_i, \lambda_i, q_j) \quad f_1 > 0,\ f_2 > 0,\ f_3 > 0,\ f_{11} < 0,\ f_{22} \leq 0 \qquad [4.63]$$

La complexité décroissante des problèmes est formalisée par le signe positif associé à la dérivée de f par rapport à la qualité du projet avant traitement (q_j). Par ailleurs, on suppose qu'il est indifférent de traiter un projet avec deux analystes de compétence identique y consacrant l'un t, l'autre τ ou avec un seul analyste y consacrant $t+\tau$:

$$\forall\ \lambda,\ q,\ t,\ \tau \quad f(t+\tau, \lambda, q) = f(t, \lambda, q) + f(\tau, \lambda, q + f(t, \lambda, q)) \qquad [4.64]$$

La productivité de l'analyste dépend par ailleurs de la quantité de supervision qu'il reçoit. S'il travaille pendant un temps t, il ne sera productif que pendant une fraction p du temps dont l'amplitude dépend à la fois du temps que le décideur alloue à la supervision (c) et du nombre total d'analystes (n) dont il est responsable :

$$p = P(c, n) \quad P_1 > 0,\ P_2 < 0,\ P(0, n) = 0 \qquad [4.65]$$

Enfin, la division du travail de traitement des dossiers génère un coût de communication. Dans une structure parallèle, le temps de communication passé par le décideur et l'analyste au moment où le dossier est transmis pour traitement est de $\delta/2$. Un temps équivalent s'écoule lors de la remise du dossier traité. Dans une structure séquentielle, chaque transfert nécessite que chaque analyste alloue un temps de $\delta/2$ à la communication.

Dans la structure parallèle, si T est le temps total d'acceptation d'un projet, le décideur va utiliser δ unités de temps à communiquer avec l'analyste. Il reste à l'analyste T-δ unités de temps pour traiter l'information, temps qu'il ne consacre à un travail effectif que pendant une fraction p(c,n). Chaque analyste dote donc le dossier qu'il traite de la qualité q^p :

$$q^p = f(p(c,n)(T-\delta),\lambda,0) \qquad [4.66]$$

S'il y a n analystes dans l'organisation, n/T projets seront traités en une unité de temps. Dans cette unité de temps, le décideur passera δn/T à communiquer et 1-δn/T à superviser (c). Le profit par unité de temps sera donc :

$$\Pi^p = \frac{nf\left(p\left(1-\frac{\delta n}{T},n\right)(T-\delta),\lambda,0\right)}{T} - nw(\lambda) \qquad [4.67]$$

Dans la structure séquentielle, les n analystes se succèdent en fonction des étapes (i), de i=1 à i=n. Un analyste situé à l'étape i de la séquence ajoute au dossier qu'il traite la valeur $q_i^s - q_{i-1}^s$ avec :

$$q_i^s = f(t_i,\lambda_i,q_{i-1}^s) \qquad [4.68]$$

Si T est, ici encore, le temps total d'acceptation d'un projet. On montre qu'il est optimal que chaque analyste passe le même temps sur chaque projet soit T/n de manière à ne pas provoquer de goulet d'étranglement. Sachant qu'il doit communiquer pendant δ, il lui reste 1-T/n pour traiter l'information. En bout de séquence, un dossier accepté suite à un traitement ayant duré T a une valeur q^s qui s'écrit :

$$q^s = \sum_{i=1}^{n} f\left(p(c,n)\left(\frac{T}{n} - 1\right), \lambda_i, q_{i-1}^s \right) \qquad [4.69]$$

Les n/T projets seront traités en une unité de temps. Dans cette unité de temps, le décideur passera $\delta n/T$ à communiquer et $1-\delta n/T$ à superviser (c). Si l'on pose par ailleurs l'hypothèse que les capacités de tous les analystes sont identiques, en vertu de la propriété [4.64], le profit par unité de temps s'écrit :

$$\Pi^s = \frac{nf\left(np\left(1 - \frac{\delta n}{T}, n\right)\left(\frac{T}{n} - \delta\right), \lambda, 0 \right)}{T} - nw(\lambda) \qquad [4.70]$$

Les deux expressions du profit sont équivalentes dès lors que les coûts de communication sont nuls. Ainsi, si l'on exclut l'avantage de la spécialisation, la structure séquentielle est plus onéreuse que la structure parallèle en termes de coûts de communication : une structure parallèle n'effectue que 2 échanges dans le traitement d'un projet alors qu'une structure séquentielle en réalise 2n. L'arbitrage entre les deux types de structure oppose donc les faibles coûts de communication de la première aux gains de spécialisation de la seconde.

Les modèles que nous allons examiner à présent placent la question du temps au cœur de la structuration des organisations tout en s'éloignant du modèle canonique de la hiérarchie régulière ou uniforme. Par rapports aux modèles qui viennent d'être présentés, le cadre d'hypothèses est apuré afin de se concentrer sur l'analyse de la séquence temporelle de décision au sein d'une hiérarchie. Les thèmes de l'erreur, de la perte de contrôle, de la supervision ne sont donc plus abordés. On se rapproche du modèle de l'ordinateur où les administratifs traitent l'information comme des automates.

b) La hiérarchie des automates

Dans la hiérarchie des automates, la question du délai est celle qui anime les décisions de forme organisationnelle. Comme le souligne Van Zandt (1996), lorsque l'on cherche à organiser la division du travail autour d'un traitement quelconque de l'information, en respectant certains délais, trois paramètres sont importants. Le premier est la localisation de la mémoire : les résultats intermédiaires sont-ils stockés en un même lieu accessible à tous ou bien sont-ils stockés localement ? Autrement dit, la mémoire est-elle centrale ou distribuée ? Le second concerne le coût de communication : dépend-il de la topologie du réseau ou bien est-il uniforme ? Le dernier concerne la temporalité des traitements : sont-ils régulés ou non par une seule et même horloge ? Dans le premier cas les opérations sont dites synchrone, dans le second elles sont asynchrones.

Les premiers ordinateurs étaient caractérisés par une mémoire centrale, un coût de communication uniforme et un traitement synchrone. Cette catégorie de traitements est la plus simple à concevoir et à modéliser. Les traitements de l'information que les humains réalisent au sein des organisations se rapprochent des critères opposés : mémoire distribuée, influence de la forme du réseau sur le coût de communication et opérations asynchrones.

Les théories économiques du traitement de l'information n'ont exploré que les conséquences d'une mémoire distribuée, elles n'ont pas encore intégré les coûts de communication au sein d'un réseau ou les traitements asynchrones. La mémoire est distribuée dans les modèles sous revue au sens où les calculs se font en parallèle. Dans ce contexte, quelle est la forme organisationnelle qui permet de traiter un problème de type associatif dans les délais les plus courts ?

(1) Les hiérarchies efficientes sont-elles régulières ?

Prenons un exemple simple d'opération associative, comme additionner n informations brutes et examinons l'ensemble des coûts associés. Si l'on a une seule personne qui traite l'information, il lui faudra lire les n information, réaliser (n-1) additions et transmettre le résultat du calcul. Si lire une donnée brute prend d_l unités de temps, additionner deux données (données brutes ou résultats intermédiaires) d_a unités de temps et transmettre une donnée d_t unités de temps, alors réaliser une addition prend une durée minimale de d(1,n), qui s'écrit :

$$d(1,n) = d_l n + d_a(n-1) + d_s \qquad [4.71]$$

Supposons maintenant qu'une équipe de r personnes décide de travailler ensemble pour faire cette addition et que, pour simplifier, n est un multiple de r. Chaque processeur va prendre n/r items pour les additionner en parallèle. Le délai associé correspond à d(1,n/r). Mais l'addition n'est pas terminée à ce stade car il est encore nécessaire d'agréger les résultats partiels et donc de réaliser r-1 additions, auxquelles correspondent un délai de lecture et un délai de transmission à quantifier. Retenons ici que le traitement en parallèle permet d'économiser le délai de traitement des données brutes, mais il ajoute un coût de communication implicite lié à la nécessité d'agréger les résultats intermédiaires obtenus en parallèle pour déboucher sur le résultat final. Pour affiner le calcul de ce délai, il est courant de simplifier les hypothèses concernant les différents coûts élémentaires.

Ainsi Radner (1993) considère qu'un processeur prend une unité de temps (un cycle) pour lire une donnée brute nouvelle et l'additionner à la donnée qu'il a en mémoire (égale à 0 s'il commence un traitement, égale à un résultat intermédiaire s'il est en cours de traitement). D'une certaine manière, dès qu'une donnée supplémentaire est lue, elle est déjà additionnée à la précédente. Radner suppose

donc que les coûts de communication et d'agrégation sont nuls tandis que le coût de lecture d'une donnée est égal à un cycle. Dans ce cas, un processeur qui travaille seul calcule la somme totale des n données brutes en une durée minimale de n cycles :

$$d(1,n) = n \qquad [4.72]$$

Lorsqu'il y a r processeurs, quel est le délai minimal d'agrégation des n items ? Nous avons vu qu'il y a tout d'abord une première étape de traitement en parallèle où chaque processeur agrège n/r items. Cette étape prend n/r cycles. La seconde étape est l'agrégation des r résultats intermédiaires. Simplifions encore en considérant que r s'exprime en une puissance de 2 ($r=2^k$). Les processeurs (en fait la moitié d'entre deux) vont agréger chacun deux résultats en 1 cycle. On obtient r/2 résultats intermédiaires qui sont agrégés en r/4 autres résultats intermédiaires en 1 autre cycle et ainsi de suite. Au total, un délai de k ($=\log_2 r$) cycles est nécessaire pour agréger les r résultats intermédiaires. Le délai minimal de traitement est donc :

$$d(r,n) = \frac{n}{r} + \log_2 r \qquad [4.73]$$

Qui s'écrit, si l'on raisonne avec des nombres quelconques :

$$d(r,n) = \left\lfloor \frac{n}{r} \right\rfloor + \left\lceil \log_2 (r + n \bmod r) \right\rceil \qquad [4.74]$$

[Insérer tableau 4.3]

Le diagramme 1 du tableau 4.3 représente cette séquence de traitements sous forme hiérarchique pour un exemple où une équipe de 3 processeurs traitent 11 items. Ce réseau hiérarchique est efficient au sens de Radner : on ne peut pas diminuer le délai de traitement sans augmenter le nombre de processeurs et vice

versa. On remarque que contrairement aux hiérarchies dessinées jusqu'à présent, un nœud hiérarchique représente une tâche réalisée à une date donnée et non un poste de travail fixe.

Ainsi, sur le diagramme 1, le processeur racine intervient à toutes les étapes du calcul alors que sa position a été considérée jusqu'à présent comme celle du dirigeant de l'entreprise. Implicitement, on a donc là une forme de division du travail ou le dirigeant met «la main à la pâte » en acceptant d'effectuer les mêmes tâches que celles de niveaux hiérarchiquement inférieurs. Puisque tous les subordonnés directs d'un manager ne se trouvent pas sur le même niveau hiérarchique, les hiérarchies considérées ne sont pas régulières. Par ailleurs, si l'on mesure l'étendue du contrôle au nombre de tâches réalisées par un processeur, elle est loin d'être uniforme. Notons cependant que chaque processeur réalise à peu près le même nombre de traitements sur les données brutes (exactement le même nombre si r est un multiple de n). Le diagramme 2 donne un exemple de hiérarchie régulière de trois processeurs. On voit qu'elle n'est pas efficiente car le traitement des 11 items est réalisé en 8 cycles, alors que la hiérarchie du diagramme 1, qui comporte aussi 3 processeurs, atteint un délai inférieur de 6 cycles.

La structure particulière du réseau efficient est liée à la nécessité de maîtriser le délai. Cependant, les hiérarchies de r processeurs que nous avons examinées ne conduisent pas forcément au délai de traitement le plus faible. L'équation [4.74] traduit un arbitrage entre le délai de traitement de l'information (d) et les ressources engagées dans ce traitement (r) ou encore entre traitement parallèle (r grand) ou traitement séquentiel (d grand). En augmentant le nombre de processeurs on peut réduire le délai. Radner (1993) montre que le délai minimal est obtenu avec $\lfloor n/2 \rfloor$ processeurs (r*) et que, par conséquent, il est égal à :

$$d(r^*, n) = 1 + \lceil \log_2 n \rceil \qquad [4.75]$$

Le diagramme 3 du tableau 4.3 présente l'arbre hiérarchique correspondant. Rajouter des processeurs au-delà de r* ne permet pas d'aller plus vite dans cette configuration de coûts de traitement de l'information. Le délai de traitement de l'information vient donc buter sur une borne inférieure et ceci quelle que soit la quantité de ressources engagées dans les opérations. Ce mécanisme va être à l'origine de rendements décroissants dans l'activité de traitement de l'information alors même que Radner fait implicitement l'hypothèse d'une non-convexité dans ses coûts : d'une certaine manière, lire un rapport qui agrège 100 informations prend le même temps que lire un rapport qui n'en contient qu'une.

Enfin, on peut remarquer que les différentes hiérarchies envisagées génèrent toutes des temps morts d'origine purement organisationnelle. En effet, même avec la meilleure volonté du monde, les processeurs oisifs ne peuvent assister les processeurs actifs dans leur tâche : une tâche élémentaire n'est pas divisible et ne peut être collective. Et si les processeurs sont embauchés pour une durée qui correspond à celle du traitement des n items, l'oisiveté a un coût d'opportunité. Son ampleur diffère d'une hiérarchie à l'autre. Ainsi, la hiérarchie efficiente de 3 processeurs dans le tableau 4.3 génère 5 cycles d'oisiveté alors que la hiérarchie régulière avec un même nombre de processeurs en génère 8. Enfin, la hiérarchie de 5 processeurs qui minimise le délai est la plus dispendieuse sous l'angle de l'oisiveté puisque 10 cycles en tout y sont consacrés.

(2) Quelle est l'efficience d'une hiérarchie régulière ?

Lorsqu'elles correspondent à un réseau efficient, les hiérarchies ont une forme qui est bien peu courante dans la vie économique, sauf peut-être dans de très petites

entreprises où le patron est à la fois « au four et au moulin » lorsqu'il s'agit de d'honorer une commande dans les délais. Notons que ceci arrive lorsque le patron a des compétences très proche de celles qui sont mises en œuvre par les travailleurs directs, par exemple dans le bâtiment ou dans les activités artisanales. Une des raisons pour lesquelles les hiérarchies efficientes sont peu familières vient peut-être de ce qu'au-delà d'un certain degré de spécialisation des fonctions, elles ne sont pas praticables : dans le modèle de Radner le travail est très homogène. Cette question de la spécialisation est soulevée par l'article de Bolton et Dewatripont (1994), dans le cadre du traitement de l'information en temps réel que nous examinerons dans la section suivante.

Si les hiérarchies régulières sont plus fréquentes dans la vie réelle, que peut-on dire sur leur efficacité en terme de délai ? Cette question est aussi soulevée par Radner (1993). Il s'intéresse à des hiérarchies régulières à H niveaux qui traitent n données brutes avec une étendue du contrôle s_1 pour le niveau 1 et une étendue uniforme s pour les autres niveaux hiérarchiques h ($2 \leq h \leq H$) :

$$s_1 = \left\lceil \frac{n}{q_1} \right\rceil, \quad s_h = s = \left\lceil \frac{q_{h-1}}{q_h} \right\rceil \forall\, h \in [2, H] \qquad [4.76]$$

Il appelle cette classe de hiérarchie, les arbres de pré-traitement (« PreProcessing Tree », PPT). Pour q_0 donné (ou n items), un PPT est entièrement défini par s_1 et s. Le délai de traitement s'écrit simplement :

$$d_{PPT}(r, n) = s_1 + (H - 1)s \qquad [4.77]$$

La hiérarchie du diagramme 2 sur le tableau 4.3 est un PPT ; n y est égal à 11, H à 2, s_1 à 6 et s à 2. Le délai de traitement est égal à 8 cycles et le nombre total de processeurs s'élève à 3. Notons que dans ce type de hiérarchie, le temps d'agrégation

des résultats partiels, 2 cycles dans l'exemple, est égal au nombre de résultats partiels (et non pas ce nombre moins 1) car le processeur qui agrège n'a pas participé aux traitements antérieurs et doit donc prendre connaissance de toutes les informations.

Pour simplifier, Radner (1993) se concentre sur l'analyse des hiérarchies strictement régulières qui se définissent comme des hiérarchies où le nombre de processeurs du niveau 1 (q_1) est un diviseur de n (q_0) et une puissance de s. Van Zandt (1995) montre qu'elles fournissent des approximations valables pour les hiérarchies régulières. En vertu des propriétés arithmétiques des hiérarchies strictement régulières qui ont été explorées en section A, H -1 et r peut s'écrire en fonction de n, s_1 et s :

$$H - 1 = \frac{\ln n - \ln s_1}{\ln s}$$
$$r = \frac{sn - s_1}{s_1(s-1)} \qquad [4.78]$$

[4.77] et [4.78] donnent :

$$d_{PPT}(r,n) = s_1 + \frac{s(\ln n - \ln s_1)}{\ln s} \qquad [4.79]$$

Selon Radner (1993), un PPT est (relativement) optimal quand il minimise une combinaison linéaire du délai et du nombre de processeurs (r) :

$$L = \psi d_{PPT}(r,n) + \phi r, \quad \text{avec } \psi > 0 \text{ et } \phi > 0 \qquad [4.80]$$

Il montre que quand n est grand, s_1 est beaucoup plus grand que s dans un PPT. En fait, s_1, $d_{PPT}(r,n)$ et r sont des multiples de la racine carrée de n et s/s_1 tend vers 0. Au total, si l'on compare les propriétés asymptotiques (quand n tend vers + ∞) des

hiérarchies efficientes et des PPT relativement optimaux, on observe que les deux types de réseaux ont une performance qui tend à devenir comparable. Dans les grandes entreprises, qui traitent un nombre important d'informations, il est donc rationnels sous l'angle du délai d'adopter une structure de hiérarchie régulière.

2. L'extension du modèle de base au traitement en temps réel

a) Le réseau efficient en « batch » permet-il de tenir la cadence ?

En théories du traitement de l'information, le «temps réel » est modélisé en faisant l'hypothèse que tout les T cycles, une nouvelle cohorte de n items arrive pour être traitée par l'organisation. Le «temps réel » est donc un temps discret plutôt que continu (un intervalle de temps) et les problèmes à traiter ont une taille fixe, qui ne varie pas dans le temps. De plus, dans le modèle de base en temps réel, les problèmes à différentes périodes sont supposés indépendants les uns des autres, au sens où les anciens calculs ne peuvent pas être utilisés comme des inputs des nouveaux calculs.

L'arrivée périodique de l'information génère de nouveaux problèmes. Tout d'abord, il y a un problème de goulet d'étranglement : la hiérarchie doit avoir une forme telle que deux cohortes ne viennent pas se court-circuiter dans leur phase de traitement de l'information. Il s'agit donc de concevoir des hiérarchies qui conduisent à un traitement fluide le l'information. Les hiérarchies efficientes examinées dans la section précédente ne permettent pas de traiter de nouvelles cohortes avant que le délai d(r,n) ne soit écoulé car un des processeurs est occupé en permanence pendant toute cette période (dans les diagrammes 1 et 3 du tableau 4.3, il s'agit du processeur racine). T doit donc être supérieur à d(r,n).

Cependant, si l'arrivée d'une nouvelle cohorte sert à mettre à jour une information cruciale pour l'activité, il peut être intéressant de parvenir à réduire T de manière à ce que les décisions reposent sur les informations les plus fraîches possibles.

Enfin, nous avons vu que dans le réseau efficient pour traiter un problème, les processeurs passent par des plages d'oisiveté. Ce problème est encore plus aigu quand l'information arrive périodiquement car il est difficile d'embaucher des salariés pour des intervalles de temps dans la journée. Le coût d'opportunité lié à l'oisiveté doit donc être maîtrisé.

Notons p le nombre de processeurs du réseau et r le nombre de processeurs qui travaillent au traitement d'une cohorte. Si une cohorte arrive tous les T cycles, la charge de travail est symbolisée par le couple (n,T).

Pour gérer le problème de goulet d'étranglement de la hiérarchie efficiente si d(r,n) est inférieur à T, une première solution envisageable est d'organiser un relais de hiérarchies efficientes en « batch ». Ainsi, si :

$$\left\lceil \frac{d(r,n)}{T} \right\rceil = v > 1 \qquad [4.81]$$

On peut organiser un relais entre v hiérarchies efficientes en «batch » qui permettent de tenir la cadence en « temps réel ». Chaque hiérarchie efficiente représente une équipe. Il faut alors distinguer les r processeurs de chaque équipe et les p processeurs de l'organisation. Une organisation de ce type est appelée ROSE (Replication of One Shot Efficient network) par Radner (1993). Ses performances en terme de délai de traitement d'une cohorte et de nombre total de processeurs sont :

$$d_{ROSE} = d(r,n)$$
$$p_{ROSE} = vr = \left\lceil \frac{d(r,n)}{T} \right\rceil r \qquad [4.82]$$

Le diagramme 1 du tableau 4.4 présente une organisation de ce type.

[Insérer tableau 4.4]

Le défaut de cette hiérarchie, comme nous l'avions déjà noté pour les hiérarchies efficientes en « batch », est qu'elle ne résout pas le problème de l'oisiveté. Une hiérarchie de type ROSE utilise pT processeurs cycles pour traiter une cohorte. Cette grandeur que nous appellerons (ω) est un bon indicateur du coût du réseau car il inclut les plages d'oisiveté de processeurs. Il s'agit donc d'une sorte d'input par cohorte, dont le volume peut être différent du travail effectif fournit par les processeurs du fait des temps morts. Il se décompose en n cycles de lecture et d'agrégation des données brutes, auxquels s'ajoutent (r-1) cycles d'agrégation des résultats intermédiaires et o cycles d'oisiveté.

$$\omega = n + (r-1) + o = pT \qquad [4.83]$$

Pour l'exemple représenté dans le diagramme 1 du tableau 4.4, chaque équipe totalise 5 cycles d'oisiveté (o) par traitement de cohorte. Le coût ω de ce réseau est de 18 cycles (11+2+5).

Pour réduire l'oisiveté Radner et Van Zandt (1992) proposent de transformer le ROSE en ajoutant 1 processeur par cohorte (r+1) et en allouant les processeurs au traitement d'une nouvelle cohorte dès qu'ils rentrent dans une plage d'oisiveté. Une fois cette opération réalisée, on peut la réitérer avec r+2 processeurs afin de vérifier si la performance peut encore être améliorée et ainsi de suite. Ces transformations

permettent de réduire à la fois le nombre de processeurs du réseau et le délai de traitement d'une cohorte. Par rapport au ROSE, certains processeurs peuvent travailler dans plusieurs équipes : une rotation des tâches est instaurée entre processeurs.

Le diagramme 2 du tableau 4.4 propose en transformation du ROSE du diagramme 1 en une hiérarchie efficiente en temps réel en ajoutant un processeur au traitement d'une cohorte. On observe que les 1er et 5e processeurs sont attachés à une seule équipe alors que les 3 autres travaillent successivement dans les deux équipes. Le délai de traitement d'une cohorte passe de 6 cycles à 5 cycles, l'oisiveté passe de 5 cycles à 1 cycle par cohorte et le nouveau réseau a un processeur en moins que le ROSE.

Il est compliqué de donner avec précision les caractéristiques de la hiérarchie efficiente en temps réel (ETR). Néanmoins, le délai de traitement d'une cohorte (d_{ETR}) est très proche du délai minimal d'une hiérarchie efficiente en « batch », exprimée par [4.74], tandis que le nombre de processeurs correspondant à la situation où o est nulle dans [4.83] est une approximation relativement satisfaisante de p_{ETR} :

$$\begin{aligned} d_{ETR} &\cong d(r,n) \\ p_{ETR} &\cong \left\lceil \frac{n+r-1}{T} \right\rceil = p(r,n,T) \end{aligned} \qquad [4.84]$$

L'oisiveté peut aussi être maîtrisée au moyen d'une solution s'appuyant sur une hiérarchie régulière, par exemple sur une hiérarchie uniforme d'étendue du contrôle égale au nombre de cycles entre l'arrivée de deux cohortes d'items. Cette solution élimine le problème de l'oisiveté mais laisse très peu de souplesse quant à la fixation du nombre de processeurs p. Radner (1993) propose donc une troisième forme de hiérarchie qui s'inspire du PPT et qui permet d'établir un arbitrage entre le

délai et les ressources. Il l'appelle PPO (« PreProcessing Overhead network »). Un réseau de ce type est caractérisé par deux paramètres q_1 et s tels que :

$$1 \leq q_1 \leq n$$
$$2 \leq s \leq T \qquad [4.85]$$

Chaque cohorte de n items est traitée par un groupe de q_1 « pré-processeurs » qui transmettent leurs calculs intermédiaires au premier niveau d'une hiérarchie uniforme d'étendue du contrôle s. L'arbre correspondant au traitement d'une cohorte a donc toutes les caractéristiques d'un PPT. Simplement, si une nouvelle cohorte arrive avant que les q_1 processeurs de premier rang n'aient terminé leur traitement, elle est allouée à une autre équipe de q_1 processeurs. Le nombre d'équipes de pré-traitement (u) est égal à :

$$u = \left\lceil \frac{s_1}{T} \right\rceil = \left\lceil \left\lceil \frac{n}{q_1} \right\rceil / T \right\rceil \qquad [4.86]$$

Les u équipes de « pré-processeurs » se partagent la même équipe d'agrégation des résultats intermédiaires. Le nombre total de processeurs d'un PPO est donc égal à :

$$p_{PPO} = q_1 u + \sum_{h=2}^{H} q_h \qquad [4.87]$$

Pour simplifier l'écriture les résultats, on peut se placer à nouveau dans le contexte d'une hiérarchie strictement régulière, c'est-à-dire où q_1 est un diviseur de n et une puissance de s et où T est un diviseur de s_1. Les performances du réseau PPO sont proches de celles du réseau PPT, puisque le délai de traitement d'une cohorte d_{PPO} et le nombre de processeurs p_{PPO} s'écrivent :

$$d_{PPO} = s_1 + \frac{s(\ln n - \ln s_1)}{\ln s}$$
$$p_{PPO} = \frac{n}{T} + \frac{n - s_1}{s_1(s-1)} \qquad [4.88]$$

Le diagramme 3 du tableau 4.4 donne un exemple de hiérarchie PPO qui correspond à l'adaptation du réseau PPT du tableau 4.3 à une arrivée périodique de cohortes tous les trois cycles. On remarque que, comme dans le cas du réseau PPT, l'agrégation prend un cycle de plus que dans le réseau ROSE ou dans le réseau efficient en temps réel car le processeur 3 qui agrège découvre les deux informations qui lui arrivent et doit donc prendre le temps de les lire.

Radner (1993) montre que quand n est grand, le délai d'un PPO optimal (qui minimise une combinaison linéaire de d_{PPO} et p_{PPO}), dépasse d_{ETR} d'un facteur constant quand le nombre de processeurs p_{PPO} est égal à p_{ETR}. Asymptotiquement, ce facteur est au plus égal à 2 et tend vers 1 quand T est grand.

b) Réseau stationnaire et spécialisation

Dans les réseaux en temps réèl que nous avons examiné jusqu'à présent, l'objectif prioritaire était de minimiser à la fois le délai de traitement d'une cohorte et le temps de travail des processeurs mesuré par ω, c'est à dire incluant les plages d'oisiveté. Aucune autre contrainte sur la forme du réseau n'était imposée par ailleurs. Les réseaux générés au sein de ce jeu d'hypothèses, ont des formes particulières qui, tout comme le réseau efficient dans le traitement en « batch », ne se rencontrent pas souvent dans la vie courante. Dans le ROSE, chaque cohorte est traitée par une équipe différente mais les processeurs font toujours les mêmes tâches. Dans la hiérarchie efficiente en temps réel certains processeurs traitent l'ensemble des cohortes, mais alors ils changent de tâche et les personnes à qui ils

communiquent leurs résultats changent aussi. Dans le réseau PPO enfin, seule l'équipe qui chapeaute traite l'ensemble des cohortes, en recevant des résultats intermédiaires de processeurs différents.

Avec Bolton et Dewatripont (1994) la contrainte de minimisation des temps morts est assouplie puisque les travailleurs sont rémunérés au temps d'activité effective : une fois le délai minimal de traitement de l'information atteint, il n'est pas nécessaire de chercher à chasser les temps morts. Les auteurs justifient cette hypothèse en remarquant que ce problème d'oisiveté peut être résolu, soit par les travailleurs qui cherchent à s'employer ailleurs, soit par la firme qui peut les employer dans des activités annexes. Ces temps ne sont pas en eux-mêmes des problèmes, car ils sont connus de tous.

Par contre, Bolton et Dewatripont (1994) imposent des contraintes sur la forme du réseau qui leur semble réaliste : celle-ci doit être fixée une fois pour toutes au sens où toutes les cohortes doivent être traitées par le même réseau où tous les processeurs conservent toujours les mêmes tâches (hypothèse de stationarité). Ils justifient cette hypothèse en soulignant que tout changement de réseau est coûteux et que, par ailleurs, l'environnement de la firme est aussi supposé stationnaire.

Van Zandt (1996) montre que l'hypothèse de stationnarité a des conséquences fortes sur les procédures efficientes à mettre en œuvre pour traiter l'information. Dans un réseau stationnaire, le nombre moyen d'items traités par période ne peut être augmenté par réplication. Il va donc être entièrement déterminé par le goulet d'étranglement du réseau c'est à dire par le processeur dont la charge de travail est la plus lourde (par exemple le processeur racine dans la hiérarchie efficiente en « batch »). Si chaque processeur du réseau passe un temps d_i à traiter une cohorte de

n items, alors la charge de travail la plus élevée est max(d_i) et le taux auquel une cohorte est traitée (κ) est :

$$\kappa = \frac{1}{\max(d_i)} \qquad [4.89]$$

κ correspond aussi à la fréquence avec laquelle chaque processeur du réseau reçoit une nouvelle cohorte pour la traiter, et, comme chacun fait toujours la même tâche, à la fréquence avec laquelle une tâche est répétée. Pour un nombre optimal de processeurs p, la hiérarchie efficiente est celle qui maximise κ. Bolton et Dewatripont (1994) montrent qu'une hiérarchie efficiente stationnaire, égalise la charge de travail de tous les processeurs :

$$d_i = d, \forall i, \kappa = \frac{1}{d} \qquad [4.90]$$

Elle est aussi telle que chaque processeur ne communique qu'avec un seul autre processeur (forme pyramidale)

Le tableau 4.5 qui s'appuie sur Van Zandt (1996), donne trois exemples de hiérarchies stationnaires pyramidales où tous les processeurs ont une charge de travail égale de 6 cycles. La première et la dernière sont connues puisqu'il s'agit d'une hiérarchie uniforme et d'une hiérarchie efficiente en « batch ». La seconde correspond à un cas envisagé par Kennedy (1994), celui d'un traitement en série, que Bolton et Dewatripont appellent un réseau en ligne d'assemblage. Le réseau uniforme et la ligne d'assemblage sont comparable en terme de délai (12 cycles chacun), tandis que la hiérarchie efficiente en batch achève le traitement le plus vite (9 cycles).

[Insérer tableau 4.5]

Bolton et Dewatripont (1994) vont s'intéresser à la hiérarchie uniforme et à la ligne d'assemblage, en posant deux hypothèses qui vont différencier les deux réseaux en terme de délai et modifier les rapports de performance que nous avons calculés en nous appuyant sur la technologie de Radner et Van Zandt. La première concerne l'efficacité individuelle de traitement, la seconde la technologie de communication.

En effet, les auteurs vont considérer qu'un processus classique de « learning by doing » améliore le délai de traitement des cohortes. Comme les réseaux considérés sont stationnaires, chaque processeur est spécialisé en une seule et même tâche de traitement d'items. Le délai avec lequel il réalise ce traitement (τ) décroît avec sa fréquence :

$$\tau = \tau(\kappa),\ \tau'(\kappa) < 0,\ \tau''(\kappa) \geq 0 \qquad [4.91]$$

La technologie de traitement de l'information étant fixée, il s'agit de définir la technologie de communication. Bolton et Dewatripont supposent que pour communiquer un rapport qui agrège n_i items, il faut payer un coût $c(n_i)$ composé d'un coût fixe de connexion de λ et un coût variable de lecture de l'information de an_i :

$$c(n_i) = \tau(\kappa)[\lambda + an_i] \qquad [4.92]$$

Bien sûr, λ+a doit être inférieur à τ de manière à ce que la réception et la lecture d'un rapport conçu par un autre processeur prennent moins de temps que de traiter soi-même l'information agrégée dans le rapport. Comme le souligne Van Zandt (1996), cette hypothèse écarte les opérations associatives des traitements

effectués car le propre d'une opération associative est d'avoir un output qui a exactement la même taille que chacun des inputs[91]. Implicitement, Bolton et Dewatripont supposent une complexité décroissante du traitement de l'information (en fonction de κ) et une complexité croissante de la lecture (en fonction de n_i).

Au total, la charge de travail d'un processeur qui traite m_i items et lit s_i rapports résumant un ensemble de ni items est :

$$d_i = \tau(r)[m_i + s_i\lambda + an_i] \qquad [4.93]$$

Au sein de ce jeu d'hypothèses, la délégation du travail est la conséquence le l'existence d'un goulet d'étranglement dans le réseau. De plus, dès que les coûts variables de communication sont non nuls (a>0), les réseaux efficients vont être les réseaux réguliers, qui s'éloignent de la hiérarchie efficiente mise en valeur par Radner (1993).

Ainsi, si l'on reprend les formes organisationnelles du tableau 4.4, en appliquant la technologie de traitement de l'information décrite par [4.93], la hiérarchie du diagramme 3 perd son statut de hiérarchie efficiente, et la hiérarchie uniforme ainsi que le réseau en ligne d'assemblage ne génèrent pas des charges de travail constantes car plus un rapport agrège d'items, plus il est long à lire. Ainsi, pour maintenir la charge de travail constante, il faut redistribuer les processeurs en fonction de la forme prise par les coûts de communication. Si maintenant le coût variable de communication est nul, la performance d'une hiérarchie régulière relativement à celle d'une ligne d'assemblage dépend de l'arbitrage entre les gains de

---

[91] Lorsque τ=1, λ=1 et a=0, on retombe sur la technologie de traitement de l'information de Radner (1993) et Radner et Van Zandt (1992).

spécialisation (plus élevés dans la hiérarchie régulière) et coûts de communication plus (faibles dans la ligne d'assemblage). C'est arbitrage est de nouveau modifié lorsque les coûts de communication variables sont positifs car la ligne d'assemblage n'est pas économe en transferts de messages longs.

Tableau 4.1 : Exemples de hiérarchies à 4 niveaux dans la théorie du traitement de l'information

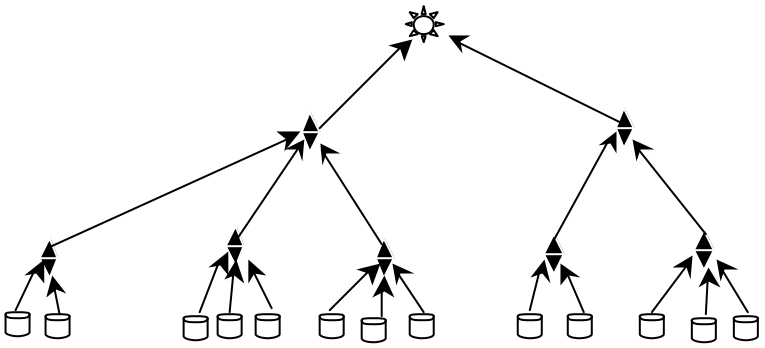
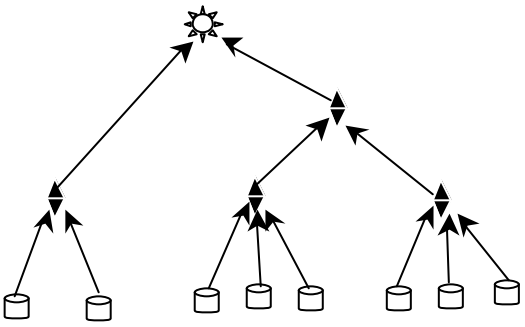
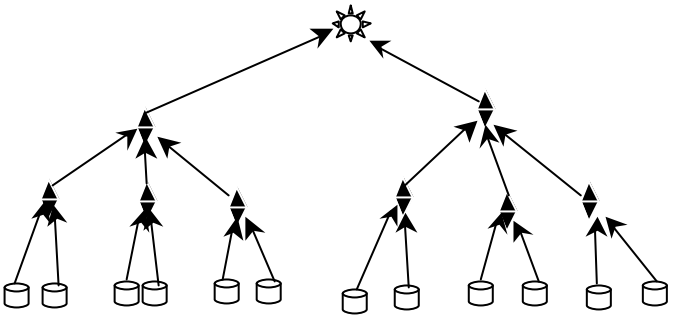
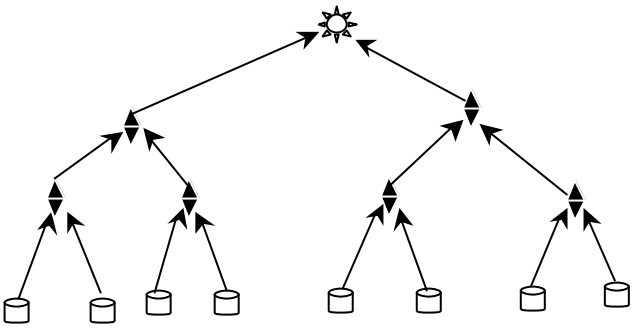
Cas 1 : Hiérarchie non régulière à 8 managers	
$q_3=q_H=1$; $s_3=\frac{2}{1}=2=S_3$ $q_2=2$; $s_2=\frac{5}{2}=2{,}5$; $S_2=3$ $q_1=5$; $s_1=\frac{13}{5}=2{,}6$; $S_1=3$ $q_0=13$ $Q=8$	
Cas 2 : Hiérarchie non régulière à 5 managers	
$q_3=1$; $s_3=\frac{2}{1}=2=S_3$ $q_2=1$; $s_2=\frac{2}{1}=2=S_2$ $q_1=3$; $s_1=\frac{8}{3}=2{,}7$; $S_1=3$ $q_0=8$ $Q=5$	
Cas 3 : Hiérarchie régulière à 9 managers	
$q_3=1$; $s_3=\frac{2}{1}=2=S_3$ $q_2=2$; $s_2=\frac{6}{2}=3=S_2$ $q_1=6$; $s_1=\frac{12}{6}=2=S_1$ $q_0=11$ $Q=9$	
Cas 4: Hiérarchie uniforme à 7 managers	
$q_3=1$; $s_3=\frac{2}{1}=2=S_3$ $q_2=2$; $s_2=\frac{4}{2}=2=S_2$ $q_1=4$; $s_1=\frac{8}{4}=2=S_1$ $q_0=8=2^3$ $Q=7$	

Tableau 4.2 : Les architectures organisationnelles de Sah et Stiglitz

Les erreurs de l'individu : $1-P_1$=erreur de type I, P_2=erreur de type II

Deux types de projets	Choix de l'individu	Nature du projet	
		Bon	Mauvais
Type 1=Bon projet rendement=x_1, proportion= a	Accepter	P_1	P_2 (erreur de type II)
Type 2=Mauvais projet rendement=-x2, proportion=1-a	Rejeter	$1-P_1$ (erreur de type I)	$1-P_2$

Les erreurs de l'architecture : $1-f_1^O$= erreur de type I, f_2^O=erreur de type II

Architecture (O)	Schéma de l'architecture élémentaire	Probabilité d'accepter un projet de type i
Polyarchie : un projet doit être accepté une fois pour être sélectionné		n membres $f_i^P = 1 - (1 - P_i)^n$
Hiérarchie : un projet doit être accepté à l'unanimité pour être sélectionné		n membres $f_i^H = P_i^n$
Comité : un projet doit être accepté par k membres sur n pour être sélectionné		n membres $f_i^C = \sum_{j=k}^{n} C_n^j P_i^j (1 - P_i)^{n-j}$
Polyarchie de hiérarchies : à l'intérieur des unités, on décide à l'unanimité, il suffit d'une unité accepte pour que le projet soit adopté.		m unités de n membres $f_i^{PH} = 1 - (1 - P_i^n)^m$
Hiérarchie de Polyarchies : à l'intérieur des unités, il suffit que le projet soit accepté une fois. Entre les unités, on décide à l'unanimité.		m unités de n membres $f_i^{HP} = \left(1 - (1 - P_i)^n\right)^m$

Portefeuille initial, **Portefeuille final**

Tableau 4.3 : Hiérarchies permettant de traiter 11 items en une seule fois

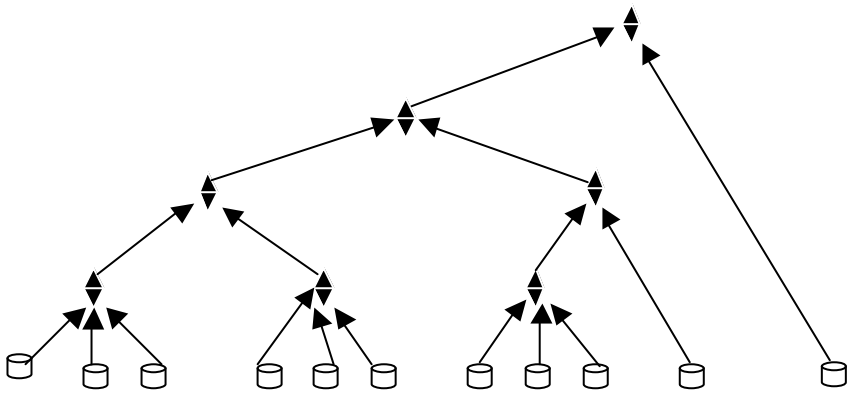
Diagramme 1 : Hiérarchie efficiente en « batch » (3 processeurs)

1 cycle

1 cycle

1 cycle

3 cycles

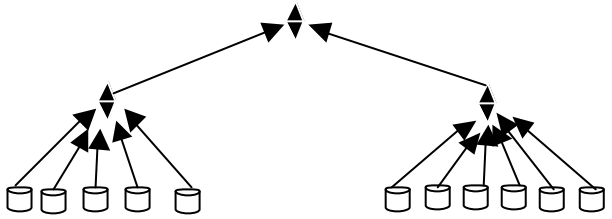


$$d(3,11) = \left\lceil \frac{11}{3} \right\rceil + \lceil \log_2(3 + 11 \bmod 3) \rceil = 3 + \lceil \log_2 5 \rceil = 6 \text{ cycles}$$

Diagramme 2 : Hiérarchie régulière de 3 processeurs (PPT)

2 cycle

6 cycles



$$d_{PPT}(3,11) = 6 + \left\lceil \frac{2(\log 11 - \log 6)}{\log 2} \right\rceil = 6 + 2 = 8 \text{ cycles}$$

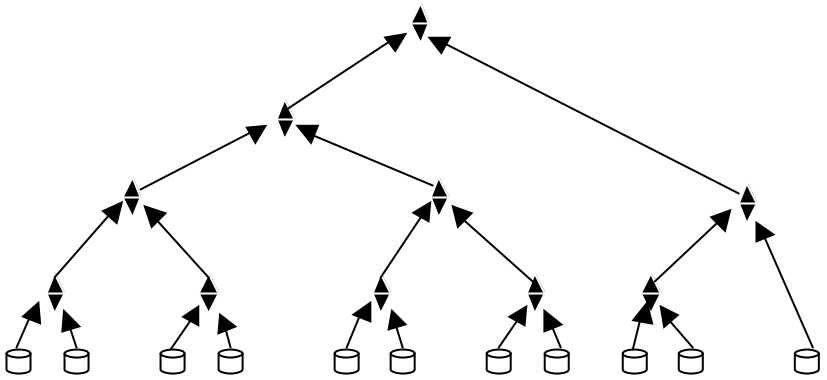
Diagramme 3 : Hiérarchie efficiente à délai minimal (5 processeurs)

1 cycle

1 cycle

1 cycle

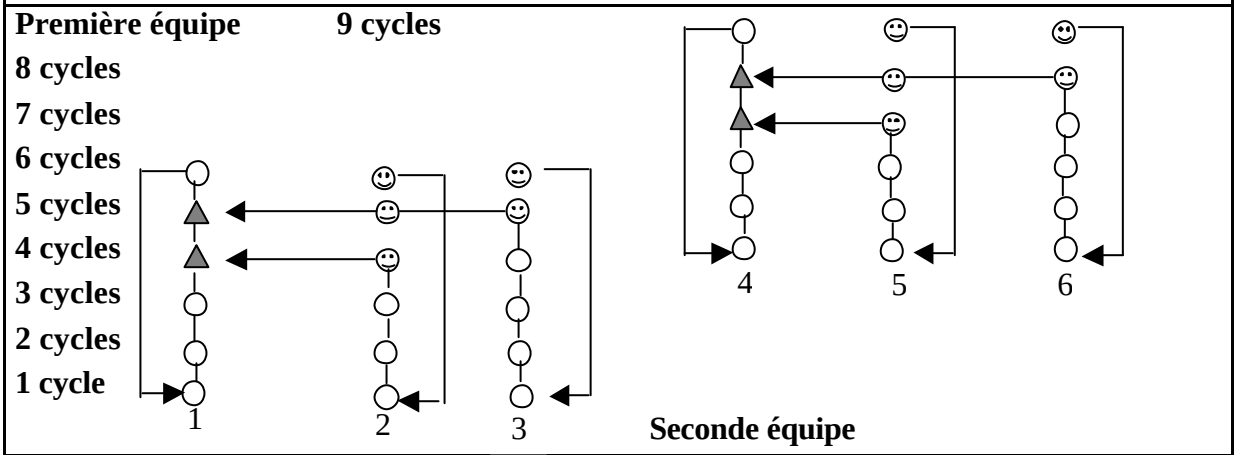
2 cycles



$$d(5,11) = 1 + \lceil \log_2 11 \rceil = 1 + 4 = 5 \text{ cycles}$$

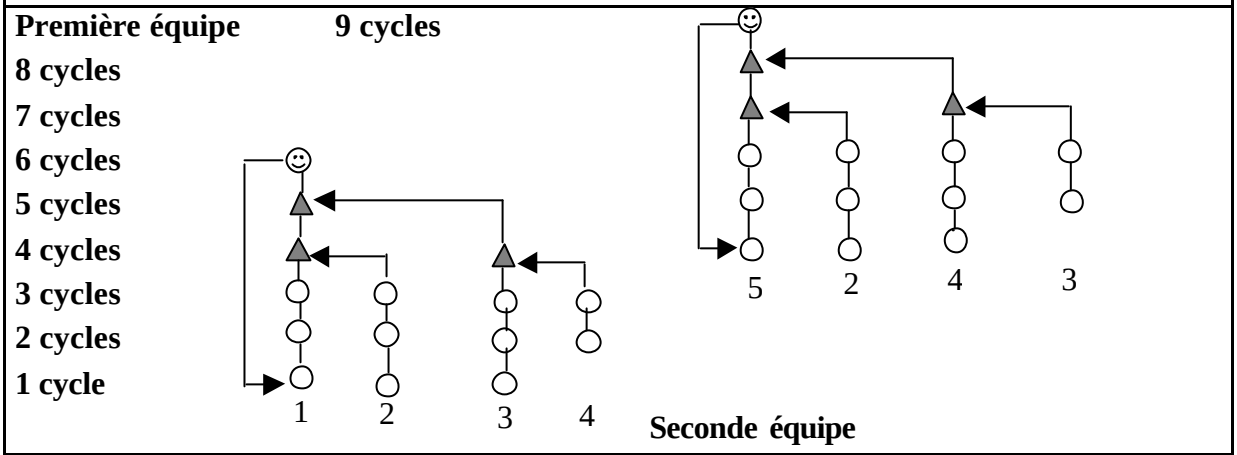
Tableau 4.4 : Hiérarchies permettant de traiter 11 items arrivant tous les 3 cycles

Diagramme 1 : Relai de deux hiérarchies efficientes de 3 processeurs (ROSE)



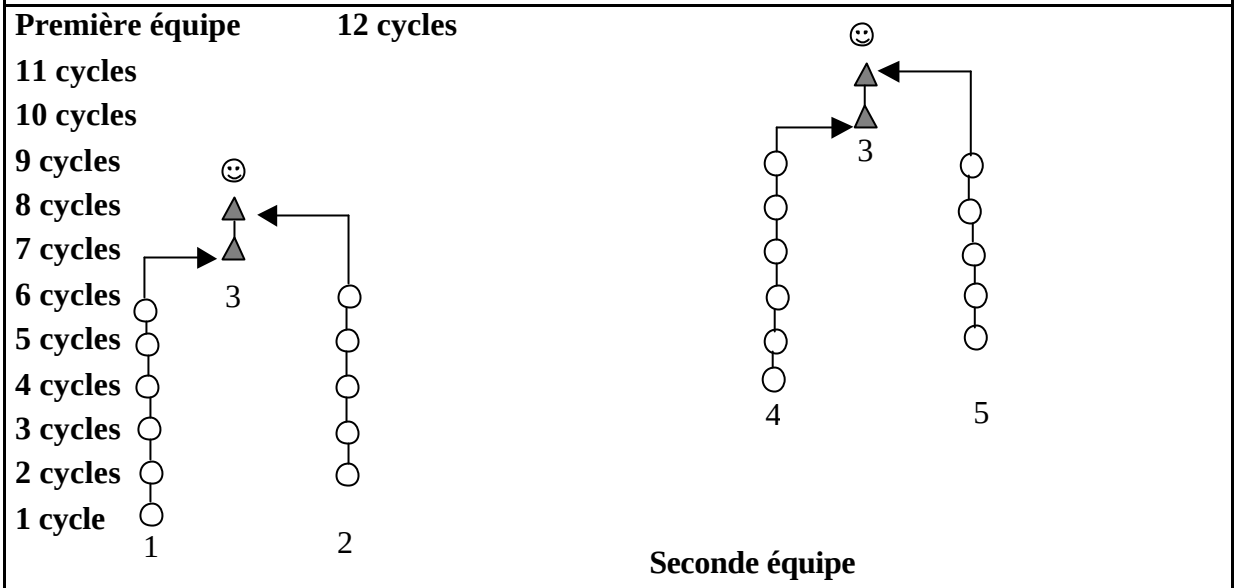
Charge de travail (11,3), r=3, v=2, p_{ROSE} =6, d_{ROSE}(3,11)=6 cycles, o=5 cycles, w=18

Diagramme 2 : Hiérarchie efficiente à temps oisif minimal (ETR)



Charge de travail (11,3), r=4, p_{ETR}=5, d_{ETR}(4,11)=5 cycles, o=1 cycles, w=15

Diagramme 3 : Hiérarchie PPO à 5 processeurs



Charge de travail (11,3), r=3, p_{PPO}=5, d_{PPO}=8 cycles, o=1 cycle

○: opération impliquant une donnée brute, △: opération sur deux résultats intermédiaires, ☺: oisiveté

Tableau 4.5 : Hiérarchies efficientes stationnaires à 7 processeurs traitant 36 items tous les 6 cycles

Diagramme 1 : Hiérarchie uniforme

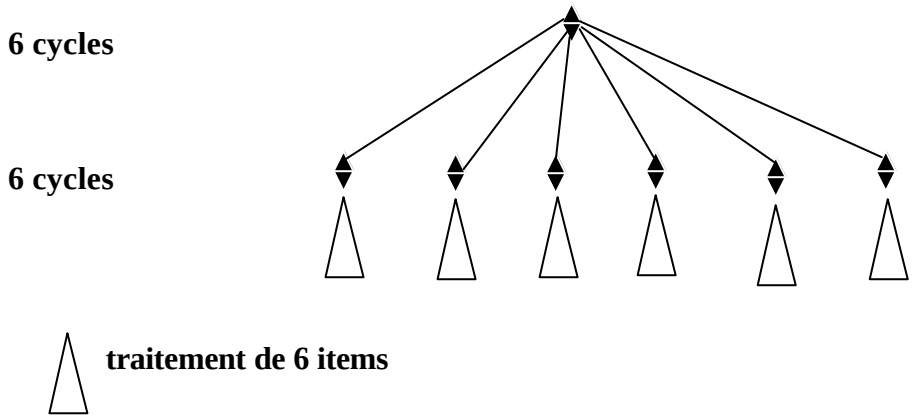


Diagramme 2 : Réseau en ligne d'assemblage

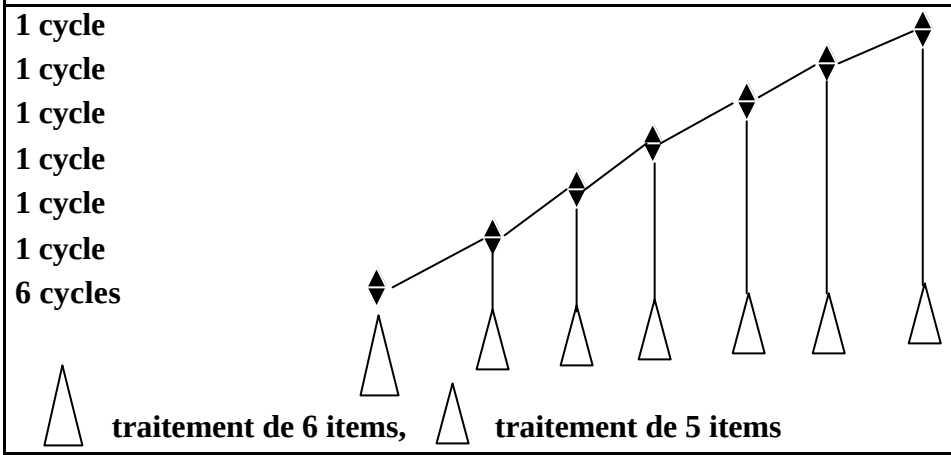
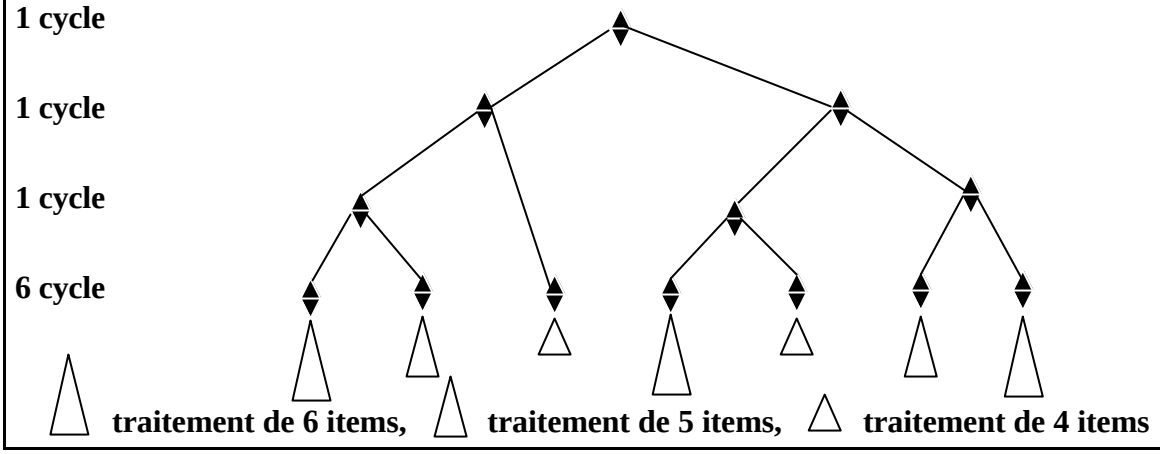


Diagramme 3 : Hiérarchie efficiente en « batch »



Exemples développés dans Van Zandt (1996)

Chapitre V : La formalisation du processus de production : savoir productif et complémentarités

Nous avons montré comment la théorie des équipes modélise la collecte de l'information, tandis que la théorie du traitement de l'information s'intéresse au processus de prise de décision. L'organisation du système d'information est la préoccupation centrale des théories qui viennent d'être examinées. Dans ce chapitre, nous allons présenter les théories qui modélisent l'organisation de l'action, du travail direct et des interactions qui le constituent.

Deux grandes familles de modèles peuvent être distinguées : ceux qui modélisent l'organisation du travail comme un facteur de production spécifique se référant à la notion de « capital organisationnel » et ceux qui considèrent que le choix d'organisation affectent la forme de la fonction de production.

La référence à l'organisation « facteur de production » se trouve chez Leibenstein (1966) et dans la notion d'actif spécifique de Williamson. Elle est issue de la constatation que l'organisation peut accroître la productivité. Elle devient alors naturellement assimilable à un facteur de production caché. Dans la section A, nous allons examiner plus particulièrement Otani (1996), Prescott et Visscher (1980) et Meyer (1994).

Les modèles de la seconde famille, auxquels la section B est consacrée, sont plus nombreux et plus hétérogènes. Nous y avons intégré des modèles qui ne parlent pas explicitement de choix organisationnel, mais qui néanmoins proposent un formalisation qui peut s'interpréter en ces termes ou participer à la réflexion sur les

conséquences productives d'un choix d'organisation. Ils sont tous plus ou moins étroitement lié à la notion de complémentarités technologiques telle qu'elle ressort de la notion d'équipe de Alchian et Demsetz (1972). L'idée qui les réunit est que le mode d'organisation se traduit par des interdépendances plus ou moins fortes entre salariés, qui vont influencer la forme de la fonction de production. Ces théories présentent aussi l'intérêt d'amener des éléments de réflexion sur l'hétérogénéité des facteurs de production absents des théories précédentes où la main d'œuvre était, la plupart du temps, homogène. Plus précisément, nous allons examiner des modèles qui formalisent les interdépendances issues de la division verticale du travail (Beckmann, 1977, 1985 ; Rosen 1982) et celles associées à différentes manières de diviser le travail horizontalement (Valsecchi, 1992 ; Carmichael et Mac Leod, 1993 ; Lindbeck et Snower, 1996 ; Kremer, 1993 ; Kremer et Maskin, 1996). Nous présenterons aussi les modèles de Milgrom et Roberts (1988, 1990), Holmstrom et Milgrom (1994) et Athey et Schmutzler (1994) qui proposent une théorie, la théorie des complémentarités productive, pour analyser les interdépendances entre dispositifs organisationnels.

Les questions de la rationalité limitée et de la coopération sont moins mise en avant bien que souvent ces hypothèses sont implicites. Etant plus près de la production et moins près de l'information, la nécessité d'une hypothèse sur la rationalité pour construire le raisonnement est moins apparente.

Nos propres modélisations théoriques (section B-2) s'inscrivent dans cette approche. Un premier modèle, où la main d'œuvre est homogène décrit comment la manière dont la mobilisation du savoir est organisée dans l'entreprise affecte la productivité totale des facteurs et les rendements d'échelle. Dans un second modèle, avec deux catégories de main d'œuvre, nous formalisons deux modes d'organisation qui diffèrent par le degré d'autonomie de la main d'œuvre.

A. L'organisation modélisée comme un facteur de production spécifique

L'idée que l'organisation de l'entreprise peut être modélisée comme un facteur de production caché est présente dans des théories que nous avons déjà examiné dans le chapitre II. La formulation de Leibenstein (1966) exprime très clairement ce point de vue. Parce que des organisations dotées des mêmes ressources diffèrent dans leurs performances, on peut supposer qu'il existe une facteur caché, invisible, le facteur « X », source de ce supplément de performance. Nous avons vu que Leibenstein propose une manière de mesurer ce facteur X plutôt qu'une véritable théorie visant à décrire comment il s'acquiert ou s'accumule. La mesure de ce facteur énigmatique est donc résiduelle, tout comme la mesure du progrès technique dans l'analyse empirique des sources de la croissance. La difficulté que pose une approche de l'organisation comme facteur de production vient de ce qu'il n'y a pas de marché spécifique sur lequel il s'échange. Si l'organisation est un facteur de production, c'est un facteur sans prix, ce qui est problématique dès lors que l'on souhaite continuer à s'inscrire dans la représentation duale de la production propre à la microéconomie.

Les modèles que nous allons considérer contournent ce problème en formalisant l'organisation comme un capital. Elle résulte d'un investissement réalisé par le chef d'entreprise ou l'équipe dirigeante. Dès lors, le prix de l'organisation doit être rattaché à la rémunération composite des dirigeants de l'entreprise. Quel est le contenu de l'investissement dans lequel l'équipe dirigeante est engagée ? Il s'agit d'un investissement dans des connaissances, du savoir technologique. Les clefs de la réussite d'une entreprise ne sont pas données aux dirigeants lorsqu'ils mettent en place sa structure juridique. Elles doivent être cherchées et découvertes au travers d'essais et d'expériences qui, s'inscrivant dans le temps, sont coûteux. Ces

expériences portent soit sur l'équipement physique dont l'usage efficient n'est pas totalement inscrit dans les manuels d'utilisation, soit elles portent sur les travailleurs dont on ne connaît pas les aptitudes exactes dans les situations concrètes de production.

1. Facteur X, compétence managériale et capital organisationnel

Alchian (1984) propose un élément de réponse lorsqu'il souligne que la réussite d'une entreprise repose sur la constitution d'une équipe bien assortie (« The successful assembly of a well matched team »). Cet appariement réussi peut être considéré comme un actif intangible, source d'un flux de revenus :

> *« Attempting to copy the successful performance of another firm requires search for and testing of performance of appropriate, well matched inputs. It must be anticipated that future revenue will be sufficient to cover not only the subsequent operating costs but also the exploratory investments in detecting and creating a viable team. […] That continuing excess of revenue over the remaining steady-state flow of wages and rents of the successful team is the value of an invisible asset – the successful assembly of a well matched team » (p. 35).*

Cet actif intangible est spécifique à l'entreprise : l'acheter ou le vendre séparément de l'entreprise est une chose impossible, car si cette séparation était envisageable, l'actif y perdrait immédiatement la totalité de sa valeur. Ceci permet expliquer pourquoi les entreprises choisissent bien souvent la stratégie de la croissance externe plutôt que la croissance interne ou la création d'activités nouvelles. Comment se réussit cette association heureuse des ressources productives de l'entreprise ? Alchian évoque le hasard et la chance, car réussir cette association volontairement est extrêmement coûteux. La littérature offre néanmoins d'autres explications.

Ainsi Kreps (1990) insiste sur le rôle de la culture d'entreprise (« corporate culture »). La cohérence de l'entreprise repose effectivement sur un actif intangible : la réputation. Nous avons vu dans le chapitre II qu'en théorie de jeux non coopératifs, la répétition infinie du jeu, qui donne aux joueurs l'occasion de connaître le comportement passé de leur partenaire, suscite de la coopération. Or, dans la vie économique, les individus ont une vie finie. L'entreprise, en donnant un horizon d'une durée indéterminée aux transactions favorise la coopération entre des agents économique dont l'horizon temporel est à la fois fini et d'une durée prévisible. La firme est donc un réceptacle de réputation qui permet d'économiser des coûts de transaction. Les responsables de l'organisation vont avoir intérêt à préserver et promouvoir la réputation de l'entreprise afin de perpétuer un flux de transactions peu coûteuses à réaliser.

A cette première source de gain s'en ajoute une seconde. La réputation ne procède pas de la génération spontanée, elle se construit par l'intermédiaire de la culture d'entreprise. C'est cette dernière qui est responsable du succès de la combinaison des facteurs de production. C'est elle qui fait que les choses « tiennent », qu'elles s'assemblent en dépit des imprévus (« unforeseen contingencies »). La culture d'entreprise rassemble un ensemble de règles et de principes d'action qui permettent à chacun de prévoir les grandes lignes des actions des autres. C'est l'adhésion de tous à la culture d'entreprise qui donne sa cohésion à l'entreprise, qui définit des critères de performance et garantit leur réalisation, source de la réputation. Celle-ci joue aussi un rôle de signal et de filtre qui permet à l'entreprise de découvrir plus aisément les talents dont elle a besoin pour former une équipe réussie. Elle est un point fixe qui permet une coordination, même dans les situations les plus délicates.

Mais Kreps (1990) ne propose pas de formalisation qui décrive la manière dont la culture d'entreprise se constitue et se maintient[92]. Nous avons vu, dans le chapitre III, que Crémer (1990, 1993) fait référence à la notion de culture d'entreprise lorsqu'il formalise le savoir commun de l'équipe (« common knowledge »). L'idée de l'existence d'un actif intangible spécifique à l'organisation et pouvant être décrit comme un savoir commun est aussi présente chez Eliasson (1990). Les termes qu'il utilise sont d'ailleurs très proches de ceux de Alchian, puisqu'il propose de considérer l'entreprise comme un équipe[93] compétente (« competent team »). Mais contrairement à Alchian, la combinaison heureuse des facteurs de production n'est pas le fruit du hasard, mais de la compétence de l'équipe de direction de l'entreprise (« top competent team »).

Il y a un savoir collectif dans l'entreprise, qui génère des gains de productivité. Il se trouve dans les esprits de l'équipe de direction (« top competent team »), dans sa compétence. Ce savoir est spécifique à l'entreprise car il est de nature tacite : s'il peut partiellement circuler en interne, il est indéchiffrable passé les frontières de l'entreprise. Ainsi l'équipe de direction partage un savoir collectif local sur

---

[92] Kreps a préparé cet article en 1984 et il s'agit d'un programme de recherche plutôt qu'une conceptualisation achevée. Pour formaliser la constitution de la culture d'entreprise, il évoque le concept de point focal. Dans la postface à l'article inclue dans sa version de 1990 et rédigée en 1988, il souligne qu'il n'y a eu que très peu de développements théoriques autour des idées de point focal et d'imprévus (« unforseen contingencies »). Mais nous n'avons pas fait de recherche poussée dans les modèles de théorie des jeux pour vérifier si le processus de constitution de la culture d'entreprise avait été formalisé et relié à la question de l'organisation de la production. Même si nous avons retenu certains modèles de théories des jeux, il nous a semblé qu'une exploration plus poussée dans ce continent était un sujet de thèse à lui tout seul.

[93] Notons l'ambiguïté qu'il y a dans l'utilisation de la notion d'équipe : chez Alchian, l'équipe désigne l'ensemble de la main d'œuvre (et même l'ensemble des facteurs de production), alors que chez Eliasson, il désigne une partie seulement de l'entreprise : l'équipe de direction. Les auteurs qui parlent « d'équipe » cherchent à suggérer le partenariat, l'action commune. Ils devraient aussi préciser le périmètre de l'équipe, ce qu'ils font rarement. Nous allons voir dans la section B qu'une autre manière, à notre sens plus féconde, de modéliser l'organisation du travail revient précisément à spécifier ce périmètre en décrivant les agencements qui relient les tâches aux facteurs de production.

l'entreprise et coordonne les différents niveaux de savoir en interne. Eliasson propose d'écrire la fonction de production de la manière suivante :

$$y=F(T,x) \qquad [5.1]$$

Où T est le savoir tacite de l'équipe de direction et x les autres inputs de l'entreprise. F est concave en x pour T donné, mais elle est convexe en T : le savoir est source de rendements d'échelle croissants. C'est ce qui permet de rémunérer l'équipe de direction une fois les autres facteurs payés. Il n'explore cependant pas les conséquences d'une hypothèse de ce type sur le comportement de la firme et la structure des marchés.

Ce qui l'intéresse, c'est l'analyse empirique, sur un échantillon de grandes entreprises suédoise, des modes de rémunération de la compétence organisationnelle de l'équipe de direction (T). La valeur du capital humain d'un individu se reflète dans son salaire. Qu'en est-il de la compétence de l'équipe de direction ? Actif intangible, elle devrait être valorisée sur les marché financiers. Le fait qu'il est non mesurable et non reproductible pose problème, mais Eliasson considère que les marchés financiers devraient néanmoins tenir compte de son existence de manière indirecte. Ainsi il suppose qu'il peut être mesuré comme un résidu : c'est la différence de la capitalisation boursière de la firme et de la valeur cumulée de ses actifs mesurables, corporels et incorporels. Cette mesure est systématiquement négative pour les entreprises étudiées, ce qui conduit Eliasson à s'interroger sur l'efficacité et le mode de fonctionnement des marchés financiers.

De nombreuses études empiriques ont tenté d'introduire la qualité du management de l'entreprise dans la fonction de production. Certaines études économétriques testent des modèles ayant une forme proche de [5.1]. Par exemple, Hoch (1962) et Mundlack (1961) utilisent une approche voisine de celle de Eliasson

puisqu'ils mesurent le management de manière résiduelle. Page (1980) utilise l'éducation et l'âge des managers comme proxy de leur compétence. Mefford (1986) utilise diverses mesures physiques de la performance d'un échantillon d'établissements comme un indicateur de qualité de l'output ou un indicateur d'atteinte des objectifs programmés. Ces travaux sont proches de ceux de Leibenstein et de l'interrogation issue des résultats des missions de productivité. S'ils situent la compétence organisationnelle du côté du management, ils apportent malheureusement peu d'information sur la manière dont se forme la compétence managériale. Nous allons présenter trois modèles théoriques qui nous semblent avoir avancé dans cette direction en proposant une formalisation de l'accumulation de la capacité managériale, vue comme une sorte de «capital organisationnel». Il s'agit des articles de Otani (1996), Prescott et Vissher (1980) et Meyer (1994). Le premier situe cette compétence dans la connaissance des équipements physiques, les deux autres, dans celles des qualités des travailleurs.

Dans ces trois modèles, l'entrepreneur organise une expérience pour découvrir des éléments qui lui sont inconnus ou bien qu'il ne connaît qu'imparfaitement. La connaissance de ces éléments lui permet ensuite de mettre en place la bonne combinaisons de facteurs. Au travers de l'expérience, il acquiert donc une capacité ou une compétence managériale, qui peut être considérée comme un capital organisationnel et qui est valorisé différemment selon les modèles. La compétence du manager n'est donc pas innée ou acquise au travers de l'éducation, elle est accumulée dans une participation aux activités productives de l'entreprise. La diversité ou la complexité interne de l'entreprise est donnée dans ces modèles. L'entrepreneur n'a donc pas de prise dessus. Il intervient simplement pour révéler une information qui est cachée. Enfin, l'accumulation de la capacité managériale est un processus coûteux et qui s'inscrit dans le temps. C'est donc un facteur qui vient limiter l'accroissement de la taille de la firme en générant des coûts d'ajustement qui peuvent être importants. Mais elle explique aussi pourquoi la firme n'a pas une taille nulle : il y a des économies d'échelle dans l'acquisition de savoir.

2. L'accumulation d'un savoir sur les équipements physiques

Dans le modèle de Otani (1996), deux facteurs contribuent à la production d'un bien homogène : le travail, qui est homogène, et les machines qui sont hétérogènes. Chaque machine se caractérise par un niveau de qualité q, qui est inconnu à l'achat. Par conséquent, le prix (p_K) et le coût du capital (r) seront homogènes alors que les machines sont hétérogènes. Le prix de l'output (p) et du travail (w) sont déterminés sur des marchés en situation de concurrence parfaite. La productivité de l'entreprise est affectée par la qualité des machines. La quantité d'output généré par N travailleurs et par K_q machines de qualité q s'écrit $F_q(K_q, N)$. F est une fonction homogène de degré 1 strictement quasi concave.

Le manager peut accumuler une connaissance sur q. Lorsqu'il connaît la qualité d'une machine, il peut calculer le nombre optimal de travailleurs ($n_q(p,w)$) qui doit être alloués à chacune des machines en fonction de leur qualité. S'il ne fait rien pour améliorer sa connaissance des machines, il va allouer un nombre fixe de travailleurs n^0, tout en sachant néanmoins que q est distribuée selon une fonction de densité f. Il ne sait donc pas quelle machine est de quelle qualité, mais il sait que s'il y a K machines dans l'entreprise, il y a f(q)K machine des qualité q.

Au total, un manager informé sur q génère un profit par machine exprimé par [5.2] alors que s'il n'est pas informé, ce profit est décrit par [5.3].

$$\pi(p,w,r) = E \max_{n_q} \left\{ pF_q(1,n_q) - wn_q \right\} - r \qquad [5.2]$$

$$\pi^0(p,w,r) = \max_{n^0} E\left\{ pF_q(1,n^0) - wn^0 \right\} - r \qquad [5.3]$$

On montre que l'information génère un gain d'efficacité :

$$\pi(p, w, r) \geq \pi^0(p, w, r), \ \forall q \qquad [5.4]$$

Il faut néanmoins tenir compte du coût associé à l'acquisition de l'information sur q. Celle-ci se fait par l'intermédiaire d'une phase d'apprentissage que traverse le manager. Ainsi, il y a deux types de travailleurs dans l'entreprise : les salariés de production et les apprentis managers. Ils sont rémunérés de la même manière car on suppose les deux activités également difficiles même si elles ne génèrent pas la même quantité d'output.

Comment s'organise l'apprentissage ? L'apprenti teste les nouvelles machines. Il fait des erreurs, gâche des produits intermédiaires, produit des biens avec des défauts jusqu'à ce qu'il ait parfaitement ajusté sa technique. Ainsi, sa contribution à la production de l'output est plus faible, pour un temps de production donnée, que celle d'un salarié de production : il ne produit qu'un fraction α, inférieure à 1, de la production de ses collègues non apprentis. Le coût instantané de l'apprentissage pour l'entreprise est donc égal à $(1-\alpha)w$.

L'apprentissage correspond à une opération de «learning by doing » où le futur manager expérimente de manière à découvrir la valeur de q. La durée de l'apprentissage dépend du nombre de machine dont la qualité doit être déterminée (t(K)). Elle croît avec le nombre de machine ($t'(K)>0$), mais de moins en moins vite ($t''(K)<0$): il y a des économies d'échelle dans l'apprentissage. On considère que l'ampleur de ces économies d'échelle diminue avec K : $Kt''(K)/t'(K)$ est non décroissant en K.

Le manager accumule une capacité technique tout comme s'il accumulait du capital humain, c'est à dire jusqu'à ce que sa valeur (C(K)) soit égale à la valeur

actualisée du coût d'opportunité de l'apprentissage. Si r représente le taux d'intérêt qui sert de facteur d'actualisation, ce coût s'écrit :

$$C(K) = \int_0^{t(K)} (1-\alpha) w e^{-rs} ds \qquad [5.5]$$

Mais, contrairement au capital humain, le savoir accumulé dans la production est difficilement négociable à l'extérieur du lieu où il s'est constitué car il est étroitement lié à la combinaison de machines qui caractérise l'entreprise : c'est un savoir local appris par l'expérience et non un savoir général codifié.

Par ailleurs, la mise en œuvre du savoir acquis est supposée sans coût : l'acquisition du savoir est coûteuse, mais pas son usage. Ainsi, le manager est rémunéré par un salaire αw pendant sa période d'apprentissage, puis il reçoit C(K) lorsque la firme commence à utiliser le savoir qu'il a accumulé. Il reste néanmoins dans la firme car l'utilisation de son savoir est liée à sa présence, mais il ne déploie plus d'effort particulier.

Si le manager a une durée de vie maximale T, le problème de la firme est de choisir K qui maximise la valeur présente des profits générés par la capacité managériale (R(K)) diminuée du coût d'acquisition de cette capacité (C(K)) :

$$\begin{cases} \underset{K}{\text{Max}}\, R(K) - C(K) = \int_{t(K)}^{T} \pi(p, w, r) K e^{-is} ds - \int_0^{t(K)} (1-\alpha) w e^{-is} ds \\ \text{sc} \;\; 0 \le t(K) \le T \end{cases} \qquad [5.6]$$

Otani montre qu'il existe une solution K^E non nulle à ce problème d'optimisation. Si l'on mesure la taille de la firme par le nombre de machines qu'elle utilise, l'accumulation de la capacité managériale engendre donc une firme qui ne

peut croître indéfiniment. Plus la firme est grande, plus le temps nécessaire à la connaissance de q est important et plus C(K) augmente, ce qui impose une limite supérieure à K. Inversement, lorsque l'on a appris la qualité d'une machine, on peut découvrir celle d'une autre plus rapidement. L'hypothèse sur les économies d'échelle dans l'apprentissage impose, quant à elle, une limite inférieure à K.

Il n'est pas toujours avantageux pour une firme de demander à son manager d'accumuler une compétence technique. Si [5.4] est toujours vérifié, le gain d'efficacité associé à l'information supplémentaire ne couvre pas systématiquement son coût d'acquisition. Lorsque ce n'est pas le cas, autant faire recours aux services d'un manager ignorant, ou plutôt imprécis. On montre qu'il est rentable d'investir dans la connaissance de q quand la durée de vie du manager (T), le nombre de machines (K) et la variance de leur qualité (var(q)) sont grandes.

Enfin, avec ce modèle, Otani propose une explication du lien entre accumulation du capital physique et taille moyenne des firmes, alternative à celle de Lucas (1978), qui postule une distribution *a priori* des capacités managériales. Le mécanisme est le suivant : l'accumulation du capital physique entraîne une baisse des taux d'intérêt qui induit une augmentation de la période d'apprentissage et donc un accroissement de la capacité managériale des entrepreneurs. C'est cette dernière qui conduit à des entreprises de taille accrue.

3. L'accumulation d'un savoir sur les travailleurs

Contrairement au modèle d'Otani (1996), les deux modèles que nous allons à présent exposer insistent sur l'accumulation d'informations sur les travailleurs plutôt que sur les machines : information sur leurs compétences motrices, interactives et cognitives. Prescott et Vissher (1980) proposent une formalisation où, à une date t, les individus sont tous spécialisés dans une tâche donnée, mais ils passent, pendant

leur vie au sein l'entreprise, d'une tâche « filtre » qui permet au manager d'évaluer leur aptitude à une tâche directement productive et sensible à leur compétence. Meyer (1994) s'intéresse à un processus différent d'accumulation des connaissance, car c'est la rotation de chaque individu sur plusieurs tâches au sein d'une même période qui permet de découvrir leur aptitude. Dans ce cas, il n'y a plus de période d'essai, où l'information s'accumule, c'est directement le type de spécialisation adoptée par l'entreprise qui révèle les compétences disparates des travailleurs.

a) L'utilisation d'une tâche filtre

Comme Otani (1996), Prescott et Vissher (1980) considèrent que l'information acquise au travers des actions productives est un actif spécifique de l'entreprise. L'accumulation de cet actif forme le capital organisationnel. Mais contrairement à Otani, c'est le facteur travail plutôt que le facteur capital qui est hétérogène et que l'on doit apprendre à connaître. Les caractéristiques des tâches sont supposées connues, mais les caractéristiques individuelles ne le sont pas. Dans une première version du modèle, l'information accumulée concerne les aptitudes des travailleurs pris isolément. Par aptitudes, les auteurs entendent la compétence motrice, la dextérité intrinsèque des travailleurs ou leur habilité naturelle qui fait que le travail est ou non un travail soigné. Elle permet au manager de trouver le meilleur appariement entre les travailleurs et les tâches.

L'habilité naturelle des travailleurs (θ) est distribuée dans la population selon une loi normale centrée, de précision γ. Une habileté élevée est utile pour une tâche où le soin du détail est nécessaire, tandis qu'une moindre dextérité est suffisante dans les tâches ou la qualité des détails a peu d'importance. Les travailleurs ne connaissent pas plus leur compétence motrice au moment de leur embauche que les

employeurs, qui ne connaissent que la distribution des aptitudes sur la population toute entière.

Le processus de production à proprement parlé est composé de trois tâches : une tâche insensible à la dextérité du travailleur (tâche1), une tâche où le soin du détail est nécessaire (tâche 2, θ élevé) et une tâche où le travailleur n'a pas besoin d'une grande habileté (tâche 3, θ faible). Pour produire q unités d'output, φ_1 travailleurs doivent être alloués à la tâche 1, tandis qu'un nombre identique de travailleurs, φ, doit être alloué à chacune des deux autres tâches. De manière plus explicite, la fonction de coût total variable de l'entreprise s'écrit, si q unités d'output sont produites :

$$C(q) = c_1 q + (c_2 - \bar{\theta}_2)q + (c_3 + \bar{\theta}_3)q \qquad [5.7]$$

$\bar{\theta}_2$ et $\bar{\theta}_3$ représentent l'aptitude moyenne des individus respectivement engagés dans les tâches 2 et 3. La performance individuelle du travailleur n'est pas observable lorsqu'il effectue la tâche 2 ou la tâche 3. En revanche, la tâche 1 fournit des informations sur sa dextérité. Les auteurs proposent de considérer que le travailleur qui fait la tâche 1 est en position d'apprentissage. Il est étroitement encadré (« monitored ») par le manager qui calcule un indicateur z, approchant la valeur de son aptitude. A chaque période (t), z prend une valeur différente qui dépend de l'état de l'environnement de travail et du type de problème qui a été confié à l'individu (i). On suppose que z est distribué selon une loi normale réduite d'espérance égale à θ.

$$z_{it} = \theta_i + \varepsilon_{it} \qquad [5.8]$$

Comme dans les modèles de Itoh (1987) et de Aoki (1990a), le manager pratique l'inférence bayesienne à partir de ces informations et de ses connaissances *a priori* de la distribution des θ_i : il calcule les moments (la moyenne m et la précision h) de la distribution subjective postérieure de θ_i, conditionnellement aux n observations accumulées en observant l'individu i dans la tâche 1 :

$$\begin{cases} m = \dfrac{1}{\gamma + n} \displaystyle\sum_{k=1}^{n} z_k \\ h = \gamma + n \end{cases} \qquad [5.9]$$

On suppose que tous les nouveaux salariés de l'entreprise sont affectés à la tâche 1, tandis que les salariés ayant connu les périodes d'apprentissage les plus longues sont affectés à 2 et 3 selon la valeur de m qui a été calculée par le manager. Cette configuration se justifie par le fait que la quantité d'information obtenue en conservant un apprentis ancien une période de plus dans la tâche 1 est inférieure à celle obtenu en le remplaçant par un nouveau travailleur.

Dans un groupe de travailleurs resté n périodes à l'essai, m suit une loi normale centrée, de variance $n/\gamma(\gamma+n)$. Si l'on suppose que les individus avec un m positif (respectivement négatif) sont alloués à la tâche 2 (respectivement 3), alors les coûts de production unitaires sont donnés par :

$$\begin{aligned} C(n) &= \underbrace{c_1 + c_2 + c_3}_{c} - E\{\theta | m > 0\} + E\{\theta | m \leq 0\} \\ &= c - 0{,}7978 \frac{n}{\gamma(\gamma + n)} \end{aligned} \qquad [5.10]$$

La fonction C(n) décroît à un taux décroissant en n. L'expérience que la firme réalise en affectant un travailleur à la tâche 1 conduit à une accumulation

d'informations qui réduit les coûts. Prescott et Vissher considèrent qu'un capital organisationnel (k) est ainsi engendré, qui peut être représenté comme un vecteur, dont chaque composante k_j est le nombre d'employés pour lequel l'entreprise dispose de j observations de z :

$$k = (k_1, k_2, ..., k_j, ...k_n) \qquad [5.11]$$

Ils montrent aussi que n décroît avec le taux de croissance de l'output. Comme dans le modèle d'Otani, l'accumulation d'un capital organisationnel est source de coûts d'ajustement qui limitent la croissance de la taille de la firme : les coûts unitaires de production sont plus élevés si la croissance est plus rapide car alors n diminue, autrement dit, le temps que la firme consacre à identifier l'aptitude de ses salariés diminue.

Enfin, Prescott et Vissher proposent d'utiliser le même cadre formel pour analyser l'accumulation de deux autres types d'informations : l'information sur la qualité, non plus des travailleurs pris isolément, mais des équipes constituées de travailleurs et l'accumulation par le travailleur d'informations sur la production. Dans le premier cas, ce sont les compétences interactives des individus qui sont testées en affectant les équipes à une tâche filtre, dans le second cas, ce sont les compétences cognitives, ou la capacité de chacun à assimiler les connaissances qui émergent comme produit joint des activités de production directe de l'output.

b) La rotation des tâches

Meyer (1994) se place d'emblée dans un contexte d'équipe à la Alchian et Demsetz (1972), où l'output n'est pas séparable. Son modèle montre qu'en allouant le temps des travailleurs à des projets gérés par des équipes de composition

différente, le manager peut accumuler de l'information sur les compétences de chacun.

Le modèle proposé est un modèle à générations imbriquées. Chaque génération est composée de deux individus a et b qui occupent d'abord une position d'apprentissage, où ils sont désignés comme « junior a » et « junior b », puis une position de travailleur expérimenté où ils sont désignés comme « senior a » et « senior b ». A chaque période, le manager affecte les travailleurs à deux projets différents, le projet A et le projet B. Chaque projet requiert, pour être mené à terme, une force de travail équivalente à un junior à plein temps plus un senior à plein temps.

Comme chez Prescott et Vissher (1980), le travail est hétérogène en ce sens que les travailleurs ont des aptitudes inégales qui se reflètent dans la performance des équipes qu'ils intègrent. Ces aptitudes sont unidimentionnelles, constantes dans le temps, et distribuées dans la population selon une loi normale connue du manager. Elles sont notées θ^g_i pour distinguer, à une date t, les individus a des individus b (i = a ou b) et les « junior » des « senior » (g = J ou S).

Outre la composition des équipes associées aux projets A et B à chaque période, le manager doit décider de promouvoir un « senior » au bout de deux périodes d'activité : une en tant que junior et une en tant que senior. C'est sur cette décision que le modèle est focalisé puisque la fonction de production de l'entreprise est construite de manière à être insensible à la composition des équipes, alors qu'on suppose que le profit est positivement corrélé à l'aptitude du « senior » promu. Dans ce cadre, la production devient un terrain d'expérience que le manager utilise pour évaluer la compétence des individus : il les observe pendant deux périodes puis pratique l'inférence bayesienne. Il peut mettre sur pied deux types d'expériences qui

diffèrent par la manière dont il alloue le temps des «juniors » aux équipes associées au projet A et au projet B.

Dans la première expérience, appelée mode NS (pour « No Sharing »), le temps de chacun est entièrement affecté à un projet unique. Dans la seconde, le mode JS (pour «Junior Sharing »), les «juniors » tournent sur les deux projets partageant leur temps en deux périodes de même durée. La spécialisation envisagée par Meyer (1994) n'est pas une spécialisation par tâche, mais une spécialisation par projet. Le mode NS correspond à une spécialisation totale tandis que dans le mode JS, les seniors sont spécialisés, mais les juniors sont polyvalents puisqu'ils tournent sur deux projets.

Le manager observe la séquence des outputs des équipes pendant deux périodes. Si l'on désigne par x_k (k=A ou B), l'output du projet k, les productions des équipes dans chacun des deux modes sont, pour une période quelconque :

$$\text{NS} \begin{cases} x_A = \theta_a^J + \theta_a^S + \varepsilon_A \\ x_B = \theta_b^J + \theta_b^S + \varepsilon_B \end{cases} \qquad [5.12]$$

$$\text{JS} \begin{cases} x_A = \frac{1}{2}\theta_a^J + \frac{1}{2}\theta_b^J + \theta_a^S + \varepsilon_A \\ x_B = \frac{1}{2}\theta_b^J + \frac{1}{2}\theta_b^J + \theta_b^S + \varepsilon_B \end{cases} \qquad [5.13]$$

où ε_k est un bruit blanc, qui représente un choc technologique qui peut s'interpréter comme une erreur d'évaluation de la difficulté (aléatoire) du projet. On a donc deux sources d'incertitude dans l'évaluation de la compétence d'un individu. La première est exogène : c'est le choc technologique qui affecte chaque projet à chaque période. La seconde est endogène puisqu'elle dépend du choix de

spécialisation de l'entreprise : c'est la compétence de son partenaire dans l'équipe. On voit ici que la structure de la production fait que l'output total, correspondant à la somme des outputs des projets A et B, est indépendant du mode de spécialisation des équipes.

Dans ce cadre d'hypothèses, la règle de promotion consiste à choisir le « senior » pour lequel l'estimation de la compétence, réalisée par inférence bayesienne au bout de deux périodes sur la base des connaissances *a priori* et des informations accumulées, est la plus élevée. Le mode de spécialisation va affecter les inférences. Pour le voir plus nettement, on peut écrire l'historique des outputs, en désignant par η_a et η_b les compétences des deux individus qui seront évalués en tant que « senior » à la fin de la seconde période :

$$\text{NS}\left|\begin{cases} x_A^1 = \eta_a + \theta_a^S + \varepsilon_A^1 \\ x_B^1 = \eta_b + \theta_b^S + \varepsilon_B^1 \end{cases}\right. \qquad [5.14]$$
$$\begin{cases} x_A^2 = \theta_a^J + \eta_a + \varepsilon_A^2 \\ x_B^2 = \theta_b^J + \eta_b + \varepsilon_B^2 \end{cases}$$

$$\text{JS}\left|\begin{cases} x_A^1 = \frac{1}{2}\eta_a + \frac{1}{2}\eta_b + \theta_a^S + \varepsilon_A^1 \\ x_B^1 = \frac{1}{2}\eta_a + \frac{1}{2}\eta_b + \theta_b^S + \varepsilon_B^1 \end{cases}\right. \qquad [5.15]$$
$$\begin{cases} x_A^2 = \frac{1}{2}\theta_a^J + \frac{1}{2}\theta_b^J + \eta_a + \varepsilon_A^2 \\ x_B^2 = \frac{1}{2}\theta_b^J + \frac{1}{2}\theta_b^J + \eta_b + \varepsilon_B^2 \end{cases}$$

On montre que la gain attendu de la promotion du « senior » dans le mode NS est supérieur à celui du mode JS lorsque la variance, estimée à la seconde période, de

la différence de compétences $\Delta\eta$ ($=\eta_a-\eta_b$) y est inférieure. Dans le mode NS, le manager obtient, à chaque période, un peu d'information sur la compétence des « seniors ». Cette information est affectée par les deux sources d'incertitude. Dans le mode JS, en revanche, l'information de la première période sur les candidats à la promotion est sacrifiée au profit d'une meilleure information à la seconde période, puisqu'elle n'est affectée que par l'incertitude technologique. A l'arrivée, le mode de spécialisation sera choisi en fonction de la variance relative des chocs de compétence et des chocs technologiques.

La spécialisation totale est préférée lorsque les chocs technologiques ont une variance plus grande que les chocs de compétence, ou lorsque l'incertitude sur la difficulté des projets est plus grande que l'incertitude sur la qualité des travailleurs. Selon Meyer (1994), cette configuration correspond à celle des entreprises nouvelles et des hiérarchies. L'auteur souligne aussi que ce qui compte dans le modèle, ce n'est pas le nombre absolu de projets sur lesquels les «juniors » travaillent, mais le ratio du nombre de projets gérés par les «juniors » au nombre de projets gérés par les « senior ». Autrement dit, la manière dont le degré de spécialisation change lorsqu'un individu monte dans la hiérarchie est la dimension organisationnelle pertinente pour l'évaluation de la compétence des travailleurs. Ce modèle est intéressant car il montre qu'une dimension organisationnelle, le degré de spécialisation des travailleurs, peut permettre de résoudre des problèmes de hasard moral et donc se substituer en partie à un mécanisme d'incitation.

Dans les modèles que nous venons de présenter, le manager acquiert des informations qui lui permettent d'être plus efficace. Sa compétence n'est donc pas donnée, elle se construit dans l'observation du déroulement des activités productives ou dans les activités productives elles-mêmes et elle représente une sorte de capital organisationnel, qui peut être rémunéré en utilisant la panoplie des moyens dont

dispose l'entreprise : salaire, stock option, avantages en nature etc. En revanche, la compétence des travailleurs, l'arbre de tâches de l'entreprise, les compétences requises pour les réaliser sont donnés.

Nous allons à présent examiner des modèles où c'est l'organisation du travail elle-même qui crée l'hétérogénéité au sein des travailleurs. Ces approches, plutôt que de chercher à formaliser un capital organisationnel montrent comment les choix organisationnels de l'entreprise affectent les relations entre les facteurs et donc la forme même de la fonction de production.

B. L'organisation façonneuse des complémentarités technologiques

L'organisation façonne des complémentarités productives. En effet, en déterminant les liens qui unissent les tâches et les facteurs de production, elle crée des interdépendances productives. Différents niveaux de complémentarité vont être envisagés dans cette section.

En économie, la définition traditionnelle de la complémentarité s'enracine dans le marché. Deux facteurs de production seront dits complémentaires lorsqu'une baisse dans le prix de l'un suscite une hausse dans la quantité demandée de l'autre. Cette vision est restrictive car elle considère que le choix de l'entreprise se résume à un choix dans des quantités de facteur.

En partant du principe que plusieurs tâches élémentaires coexistent, nous allons tout d'abord montrer en quoi l'association de ces tâches élémentaires en postes de travail confiées à des individus crée des liens productifs entre ces individus et ce même s'ils n'interagissent pas directement entre eux dans les activités productives.

En définissant le contenu des postes de travail, l'organisation détermine l'articulation entre l'espace des tâches élémentaires et l'espace des facteurs de production. C'est précisément cette articulation qui suscite l'interdépendance productive qu'Alchian et Demsetz (1972) définissent conjointement au concept d'équipe de production : deux activités sont complémentaires lorsque l'augmentation de l'effort déployé dans l'une affecte positivement la productivité marginale de l'autre (section 1).

Nous allons ensuite introduire un troisième espace entre l'espace des tâches élémentaires et l'espace des facteurs de production : celui des services des facteurs de production. Nous allons centrer notre analyse sur le facteur de production humain en supposant qu'il peut produire deux types de services : de la matière grise et de l'énergie physique. Dans les modèles proposés, deux familles de tâches coexistent au sein des activités productives : les tâches de conception et les tâches d'exécution. Les premières utilisent de la matière grise et produisent du savoir productif, les secondes canalisent l'énergie physique vers les activités de production directe de biens et de services. Ainsi, entre les tâches et les facteurs de production acquis sur les différents marchés, il y a des facteurs de production latents, produits intermédiaires de l'activité productive. Le savoir technologique est un facteur de ce type. Son contenu est influencé par l'organisation des postes de travail qui fixe les interdépendances entre les facteurs de production (section 2).

Enfin, nous allons introduire la théorie des complémentarités productives proposée par un groupe de chercheurs de l'université de Stanford au début des années 90. En s'appuyant sur certains développements de la théorie mathématique, cette théorie explore en quoi la prise en compte des complémentarités productives propres à la firme affecte son comportement d'optimisation. Les complémentarités envisagées relèvent d'un troisième niveau : il s'agit des complémentarités entre dispositifs organisationnels (« complementarities in design decisions »). Outre la

mise en place d'outils alternatifs aux méthodes traditionnelles d'optimisation, la théorie des complémentarités identifie les problèmes économétriques associés à l'introduction de variables d'organisation dans des équations qui modélisent le comportement de l'entreprise. Mais cette théorie suppose des complémentarités et en explore les conséquences. Elle ne les explique pas. Les outils qu'elle forge peuvent tout aussi bien s'appliquer à des complémentarités entre facteurs de production qu'à des complémentarités entre dispositifs organisationnels. Dès lors, les modèles examinés en section 1 et 2 sont très utiles à cette théorie car ils identifient les sources qui donnent naissance à des complémentarités productives.

1. Diversité des tâches, spécialisation et interdépendances

Si l'on veut décortiquer la fonction de production afin d'en comprendre les mécanismes, une première étape consiste à comprendre d'où vient la diversité des tâches ainsi que l'interdépendance qu'elles entretiennent les unes avec les autres. Cette section est consacrée aux modèles qui fournissent des éléments de réponse à ces questions. Revenons à la définition d'une équipe proposée par Alchian et Demsetz (1972) :

> *« Team production of Z involves at least two inputs, Xi and Xj, with* $\frac{\partial^2 Z}{\partial X_i \partial X_j} \neq 0$ *» (p. 779)*

Selon cette définition, le travail en équipe se définit par une non-séparabilité technologique : la contribution de chaque input à la production ne peut être identifiée. Il y a donc interdépendance des deux inputs dans l'activité productive. Ils sont complémentaires lorsque l'interdépendance est positive : augmenter X_j accroît le rendement marginal de X_i. Dans le chapitre II, nous avons vu que bien que leurs intuitions aient été fécondes, Alchian et Demsetz ne sont pas parvenu à approfondir

les implications productives de la notion d'équipe de production. Cela vient en partie de ce qu'ils ne sont pas parvenu à rompre avec une vision de la technologie comme contrainte naturelle.

Nous proposons de considérer que l'entreprise dispose d'une marge de manœuvre dans la forme que prend sa technologie, qui réside dans la possibilité d'organiser l'articulation entre deux espaces : celui des tâches élémentaires et celui des facteurs de production. Spécifier l'organisation revient donc à préciser ce que recouvrent X_i et X_j, grandeurs dont le contenu est souvent extrêmement flou dans les théories[94]. Dans la section a, nous allons présenter un modèle qui indique comment la technologie impose à la fois une diversité des tâches élémentaires et des interdépendances entre ces tâches. Dans les sections b et c, nous allons explorer deux manières d'agencer des tâches, qui génèrent des complémentarités productives entre facteurs de production : la création de tâches spécialisées non directement productives (section b) et le regroupement des tâches élémentaires en postes de travail (section c). Ces agencements de tâches sont couramment désignés comme la division verticale du travail et la division horizontale du travail.

---

[94] Nous avons déjà noté, dans la section A, un flottement dans la définition du périmètre des équipes de production : s'agit-il d'un individu exerçant plusieurs activités, d'un groupe d'individus comme les dirigeants de l'entreprise, de l'ensemble de la main d'œuvre, de celle-ci et des équipements ? De manière plus générale, la macroéconomie s'est appuyée sur les systèmes de comptabilité pour se représenter l'économie nationale comme un ensemble d'agrégats. Le développement de la microéconomie relève d'un premier niveau de désagrégation des grandeurs macroéconomiques. Mais lorsque la théorie s'intéresse à un niveau inférieur à celui de l'entreprise, elle passe le plus souvent à l'individu atomisé. Nous plaidons pour une désagrégation de la fonction de production qui crée un espace intermédiaire entre les individus isolés et l'entreprise. Ce niveau est celui de l'ensemble des tâches qui forment l'activité productive. On passe ensuite au niveau de l'organisation en regroupant ces tâches en postes de travail, confiés à des individus ou à des machines. En agrégeant les individus et les machines, on obtient le niveau de l'entreprise tel qu'il est traditionnellement représenté par la microéconomie, c'est à dire comme une combinaison de facteurs de production. Enfin, si l'on construit cette dernière agrégation en tenant compte de la structuration des postes de travail, alors on tient compte de l'hétérogénéité des facteurs de production.

a) La technologie comme socle de l'architecture complexe de tâches

Camacho et Perski (1988) recherchent les raisons de la complexité de l'architecture des tâches élémentaires au sein des entreprises. Ils proposent une réponse qui s'ancre dans la technologie ou plus précisément, dans le processus qui permet de façonner un bien viable. La forme de ce processus dépend du niveau général des connaissances dans le domaine des techniques appliquées à la production.

Le modèle proposé s'inscrit dans une représentation hiérarchique de la fabrication d'un produit : un produit (T) est composé de N parties élémentaires (p_1, p_2,…, p_n,…,p_N) et K variétés de chaque partie p_n peut être produite (p_{n1}, p_{n2},…p_{nk},…p_{nK}). Cette structure s'applique de manière assez directe aux industries d'assemblage comme l'industrie automobile. Elle limite la portée du modèle car on ne peut considérer que tous les processus de production suivent cette structure. Notamment, dans l'industrie chimique, le processus de production se modélise plutôt de manière séquentielle, avec des composants qui subissent une succession de transformations. La question qu'ils posent pourrait se formuler dans les termes utilisés par Radner (1992) :

> *« Would a hierarchical design of production lead to hierarchical management ? » (p. 1392)*

Le nombre de variétés est supposé identique pour chaque partie élémentaire, et égal à K. On peut donc envisager K^N combinaisons possibles de variétés. Certaines de ces combinaisons vont donner naissance à des produits viables, d'autres à des produits qui ne passeront pas les tests d'essai. Les combinaisons non viables forment l'ensemble T_0. On considère que les produits viables peuvent être regroupés en M sous-ensembles T_m selon leur type m (m=1,…,M), par exemple, «produit de luxe »,

« de moyenne gamme », « de basse gamme ». Il existe donc une fonction F (que les auteurs appellent « fonction de production qualitative ») qui relie chacune des K^N combinaisons possibles à un type T_m (m=0,1,…,M). La fonction F crée une partition P(F) au sein de l'ensemble des combinaisons possibles.

Enfin, on suppose que l'entreprise déploie son activité dans un environnement changeant : les progrès de la technique ou encore les tendances dans le domaine de la consommation font que régulièrement, la firme doit modifier certaines parties élémentaires en passant d'une variété à une autre.

Dans ce cadre d'hypothèses quelle est la meilleure manière de regrouper les tâches ? Camacho et Perski (1988) envisagent deux solutions, une solution non hiérarchique et une solution hiérarchique. Le regroupement est non hiérarchique si la partition des N parties élémentaires en S ($2 \leq S \leq N$) groupes disjoints (B_1, B_2,…,B_s,…,B_S), est telle qu'il est nécessaire de spécifier précisément la combinaison voulue lorsqu'une variété change pour obtenir un produit du type recherché. Il est hiérarchique lorsqu'il suffit de spécifier une information moins fine qu'une combinaison précise pour obtenir un produit du type voulu. Autrement dit, un regroupement est hiérarchique lorsqu'une variété peut être modifiée au sein de chacun des sous-groupes de parties élémentaires sans affecter la viabilité du produit et en étant sûr qu'à l'arrivée le produit sera du type demandé. Selon la partition P(F) correspondant à la fonction de production qualitative, une partie seulement des regroupements de tâches permet une coordination de type hiérarchique.

Il est clair que dès lors que la rationalité des individus est limitée, seul un regroupement hiérarchique permet de coordonner la recherche d'un produit viable lorsqu'une variété est modifiée car elle rend possible une division du travail. Dans la coordination non hiérarchique, pour trouver la bonne combinaison lorsqu'une des

variétés k change, il faut tester son association avec l'ensemble des autres variétés de parties élémentaires. Dans la coordination hiérarchique, les tests peuvent être réalisés sur des sous-ensembles de variétés.

Par exemple, supposons qu'une automobile est formée de 4 parties élémentaires : l'avant gauche (p_1), l'arrière gauche (p_2), l'avant droite (p_3) et l'arrière droite (p_4). Pour chacune de ces parties, il y a K variétés, qui se caractérisent, chacune, par un poids différent. Les automobiles construites à partir d'une des K^4 combinaisons de variétés auront donc des poids différents. Parmi les K^4 alternatives, les voitures dont la partie droite a un poids différent de la partie gauche ne forment pas des produits viables. En revanche, une différence de poids entre l'avant et l'arrière n'est pas dommageable. Dans ce cas, la partition $B_1=\{1,2\}$, $B_2=\{3,4\}$ est hiérarchique, alors que la partition $B_1=\{1,3\}$, $B_2=\{2,4\}$ ne l'est pas. En effet, supposons qu'une nouvelle mode pousse les consommateurs à préférer les voitures plus lourdes, ayant un poids de 16 plutôt qu'un poids de 12. Si l'entreprise est composée de deux départements respectant le regroupement hiérarchique, c'est à dire respectivement spécialisés dans la partie gauche et la partie droite du véhicule, il suffit d'annoncer aux départements que le poids passe de 6 à 8 pour qu'une voiture de type 16 soit construite. Si les départements sont respectivement spécialisés dans l'avant et l'arrière du véhicule, la seule manière de coordonner le passage d'une voiture de type 12 à une voiture de type 16 est de préciser exactement aux deux départements les variétés qu'ils doivent combiner.

Dans le cas analysé, où le bien produit résulte de la combinaison de parties élémentaires, tout changement dans le produit doit être coordonné afin de ne pas courir le risque de mettre sur le marché un produit non viable (une voiture qui ne tient pas la route par exemple). Et cette coordination est facilitée par les choix de spécialisation. En effet, il vaut mieux confier à une seule et même personne, ou à un

seul et même service la production des parties élémentaires qui doivent évoluer conjointement lorsque le produit est modifié. La technologie est source d'interdépendances. Nous allons voir à présent comment l'organisation peut, à son tour générer des interdépendances.

b) L'interdépendance générée par la division verticale du travail

Un premier type d'interdépendance entre travailleurs générée par l'organisation plutôt que par la technologie, a déjà été largement évoqué. Il s'agit de la création de postes de travail spécialisés dans les activités d'information et de décision. Ces postes sont occupés par des individus, couramment appelés « responsables hiérarchiques » dans les théories de la hiérarchie, « managers » ou « entrepreneurs » dans la théorie des contrats. Les activités qu'ils réalisent recoupent toute une panoplie de tâches différentes.

On peut rester, pour commencer, dans le contexte du modèle de Camacho et Perski (1988) en soulignant leur tâche d'organisateur : l'expert qui propose un organigramme, correspondant à un regroupement hiérarchique des parties élémentaires du produit, diminue le temps de mise sur le marché des nouveaux produits, ce qui a des répercutions sur la productivité de tous les travailleurs : aucun matériau ne sera gâché dans la production d'un bien non viable.

Dans la section A de ce chapitre et dans la section C du chapitre IV le rôle d'encadrant ou de superviseur des managers a été évoqué. Ils rassemblent de l'information sur la qualité imparfaitement connue des machines et des travailleurs, ils poussent les travailleurs à suivre effectivement les directives qui leurs sont transmises. Ce rôle contribue à la productivité globale de l'entreprise. Les modèles de la section A suggèrent que les informations accumulées peuvent être assimilées à

une sorte de capital organisationnel. Les modèles associées aux théories de la hiérarchie considèrent que l'activité de supervision génère un bien intermédiaire collectif et indivisible qui affecte la productivité des membres de l'équipe subordonnés à ce responsable. Cette activité est néanmoins soumise à des rendements décroissants : la qualité de la supervision diminue avec la taille des équipes.

Enfin, le manager peut avoir des activités de coordination et d'expertise. Contrairement aux activités de supervision, ces activités sont, la plupart du temps, soumises à des économies d'échelle et à des phénomènes d'apprentissage. Par exemple, la valeur d'une information augmente avec la fréquence avec laquelle elle est utilisée, poussant l'entreprise à spécialiser un individu dans le recueil de cette information (Stiglitz, 1975). Dans le chapitre IV, la question de la spécialisation dans les activités de traitement des informations a aussi été évoquées (Bolton et Dewatripont, 1994). Plus généralement, les chapitres III et IV, centrés sur l'organisation du système d'information de l'entreprise, témoignent de l'intérêt à spécialiser des individus dans la collecte de l'information, dans son traitement et dans la prise de décision. Les travailleurs de l'information et les acteurs de la décision participent indirectement à la production en exerçant une activité qui accroît la productivité des travailleurs directs lorsqu'elle est bien conçue.

Notons qu'en formulant le problème de l'équipe de production, Alchian et Demsetz suggèrent que la division verticale du travail prend sa source dans les non-séparabilités technologiques. Celles-ci rendent le « monitoring » nécessaire car l'effort fournit par chacun n'est pas mesurable, et elles créent un besoin de coordination : les deux inputs ne travaillent pas indépendamment l'un de l'autre, mais de concert. Un choc exogène affectant un des deux inputs a donc forcément des conséquences sur l'autre. Nous ne raisonnons pas ici sur les interdépendances qui

peuvent susciter la division verticale du travail, nous cherchons à montrer que la hiérarchie crée des interdépendances. Si l'on rajoute une hiérarchie au dessus d'un groupe de n travailleurs dont les outputs sont parfaitement séparables, alors on génère des non-séparabilités. Les interdépendances existant au sein d'une équipe seront analysées dans la section c.

Beckmann (1977, 1985) a formalisé les conséquences de la spécialisation de travailleurs dans des tâches indirectes sur la fonction de production, tandis que Rosen (1982) s'est intéressé aux conséquences sur la distribution des salaires, dans le prolongement des modèles de Calvo et Wellisz (1978, 1979). Cette formalisation s'appuie sur la théorie des systèmes hiérarchiques développée par Mesarovic, Macko et Takahara (1970), qui s'inscrit dans une réflexion sur la formation des grandes organisations industrielles dans le bloc de l'ouest tandis qu'à l'est, le système économique est régulé par la planification centralisée. Elle s'inspire aussi des travaux issus des domaines de l'automation des systèmes industriels complexes et de la cybernétique. Elle est à la fois contemporaine de la théorie des équipes et proche de la théorie du traitement de l'information.

La formalisation de Beckmann part du principe que la spécialisation est au cœur des organisations et qu'elle génère la nécessité d'une activité de coordination. Le système hiérarchique est décrit dans les mêmes termes que ceux que nous avons utilisé dans le chapitre IV. A la base, il y a un processus matériel comme celui décrit par Camacho et Perski (1988), qui est animé par des unités opérationnelles (des ateliers ou des ouvriers), au dessus, il y a un système coordonnateur. Les décisions à chaque niveau du système coordonnateur affectent l'environnement des unités opérationnelles et donc l'efficacité des facteurs qui y sont engagés.

(1) Une fonction de production récursive pour représenter l'interdépendance verticale

Beckmann (1977, 1985) propose de tenir compte de cette interdépendance au moyen d'une technologie de production récursive. La hiérarchie se formalise comme dans la section A du chapitre IV, dont nous conservons les notations. Il y a H+1 niveaux hiérarchiques, le niveau 0 correspondant aux unités productives et le niveau H au plus haut responsable hiérarchique. L'activité des q_h responsables hiérarchiques d'un niveau h génère un service qui peut être assimilé à un produit intermédiaire, noté y_h. Ce service peut être décrit comme de la supervision, du contrôle managérial, de la coordination ou encore comme du savoir technologique selon les hypothèses formulées sur la spécialisation du manager. Pour simplifier nous le désignerons comme un « service managérial ».

Le service que produit le manager est destiné à être inclus dans la production de l'équipe, située au niveau hiérarchique h-1, dont il est directement responsable. Il le produit avec son travail (normalisé à 1 unité de temps) et avec le service managérial qu'il reçoit du niveau hiérarchique supérieur (y_{h+1}). Le manager de niveau h+1 encadre les q_h individus formant l'équipe du niveau hiérarchique h. Il répartit son temps de manière uniforme sur tous ses subordonnés car la main d'œuvre est supposée homogène au sein d'un niveau hiérarchique. Chaque responsable du niveau h reçoit donc y_{h+1}/q_h unités de service managérial et dépense une unité de temps de travail dans un processus de production représenté par la fonction $f_h(.)$, supposée homogène de degré 1. La service produit par l'équipe du niveau h s'écrit donc :

$$y_h = q_h f_h\left(1, \frac{y_{h+1}}{q_h}\right) = q_h f_h\left(\frac{y_{h+1}}{q_h}\right) \qquad [5.16]$$

Par substitution successive, on peut écrire la production des unités opérationnelles comme une fonction composée :

$$y_0 = q_0 f_0\left(\frac{q_1}{q_0} f_1\left(\frac{q_2}{q_1} f_2 \frac{q_3}{q_2} \ldots f_{H-1}\left(\frac{1}{q_{H-1}}\right)\right)\right) \qquad [5.17]$$

On peut aussi introduire du capital dans cette fonction de production en considérant qu'au niveau 0 se trouvent des machines plutôt que des travailleurs. La structure de la fonction de production ne bouge pas, seule son interprétation change. Un cas particulier de cette fonction est celui où la fonction f_h est de type Cobb-Douglas. Beckmann (1977) développe un exemple où il a k machines (niveau 00), du travail direct (niveau 0) et du travail indirect (niveau 1,…h,…H). Le processus de production peut être décrit en spécifiant la fonction correspondant à la transformation des machines et du travail direct en bien final (y_k) et la fonction correspondant à la production du service managérial (y_h) :

$$\begin{cases} y_k = b_k k^{\gamma} y_0^{\delta} \\ y_h = b(h) q_h^{\alpha} y_{h+1}^{\beta} \end{cases} \qquad [5.18]$$

Dans cette formulation, on considère que les élasticités du produit intermédiaire de niveau h (y_h) aux services managériaux du niveau h+1 (β) et au temps des managers de niveau h (α) sont indépendantes du niveau hiérarchique. Seul b(h) varie d'un niveau à l'autre. Par substitution récursive, on obtient :

$$y_k = b_H k^{\gamma} \prod_{h=0}^{H-1} q_h^{\alpha\delta\beta^h}$$

$$\text{où} \quad b_H = b_k \prod_{h=0}^{H} b(h)^{\delta\beta^h} \qquad [5.19]$$

La technologie admet donc des interactions multiplicatives entre les productivités des travailleurs. Elle est homogène de degré η_H, avec :

$$\eta_H = \gamma + \alpha\delta\sum_{h=0}^{H-1}\beta^h = \gamma + \alpha\delta\frac{1-\beta^H}{1-\beta} \qquad [5.20]$$

Si les fonctions de production élémentaires, caractérisant chacun des niveaux sont homogènes de degré 1 ($\gamma+\delta=1$, $\alpha+\beta=1$), alors la fonction de production générale est homogène de degré $1-\delta\beta^H$ qui tend vers 1 quand H augmente.

A court terme[95], seul le travail direct q_0 est un facteur variable. La fonction de production et la fonction de coût peuvent alors s'écrire, si l'on reste dans le cas Cobb-Douglas :

$$y_k^{CT} = \tilde{y}_k\left(\frac{q_0}{\tilde{q}_0}\right)^{\alpha\delta}$$
$$C(y_k^{CT}) = \tilde{C} + w_0(q_0 - \tilde{q}_0) = F_0 + C_0(y_k^{CT})^{\frac{1}{\alpha\delta}} \qquad [5.21]$$

Le signe ~ indique les quantités correspondant à un niveau initial, qui précède le changement de court terme. F_0 dénote l'ensemble des coûts fixes (machines et responsables hiérarchiques) et C_0 est un facteur de proportionnalité. On se retrouve ici dans le cas traditionnel d'une fonction de Cobb-Douglas avec une élasticité de la production au travail direct inférieure à 1 ($\alpha\delta<1$).

---

[95] Beckmann (1977) ne tient pas compte du caractère discret de la structure hiérarchique dans l'examen qu'il fait de son efficacité productive. Nous renvoyons à Van Zandt (1995) pour une critique de cette approximation.

A moyen terme, les forces managériales peuvent aussi s'ajuster, ce qui rend endogène une des dimensions de la hiérarchie, l'étendue du contrôle. On considère que la direction de l'entreprise ne peut changer de main, aussi le nombre de responsables à chaque niveau hiérarchique peut changer, mais la hauteur de la hiérarchie reste constante. Les fonctions de production et de coût s'écrivent :

$$y_k^{MT} = \tilde{y}_k \prod_{h=0}^{H-1} \left(\frac{q_h}{\tilde{q}_h} \right)^{\alpha\delta\beta^h}$$
$$C(y_k^{MT}) = \tilde{C} + \sum_{h=0}^{H-1} w_h (q_h - \tilde{q}_h) = F_1 + \sum_{h=0}^{H-1} w_h q_h \qquad [5.22]$$

Si l'on choisit q_h de manière à minimiser le coûts, on détermine une étendue du contrôle moyenne optimale, s_h*, égale à :

$$s_h^* = \frac{q_{h-1}^*}{q_h^*} = \frac{1}{\beta} \frac{w_h}{w_{h-1}} \qquad [5.23]$$

On retrouve là une relation, posée comme hypothèse dans les modèles de Beckmann (1960) et Williamson (1967) : l'étendue du contrôle dépend des salaires relatifs des niveaux hiérarchiques correspondants. Dans ce cas, la fonction de coût s'écrit :

$$C(y_k^{MT}) = F_1 + C_1 (y_k^{MT})^{\frac{1-\beta}{\alpha\delta(1-\beta^H)}} \qquad [5.24]$$

L'élasticité à moyen terme du coût variable à l'output est inférieure à son niveau de court terme. Autrement dit, une variation donnée de l'output est obtenue à moindre coût lorsque l'étendue du contrôle des responsables hiérarchiques peut changer en même temps que le volume de travail direct. L'élasticité de moyen terme décroît avec le nombre de niveaux hiérarchiques H.

A moyen terme, le stock de capital k peut aussi changer. Dans ce cas, la relation [5.23] doit aussi être vérifiée. Si le coût d'usage du capital est égal à c, l'intensité capitalistique optimale est égale à :

$$\frac{k^*}{q_0^*} = \frac{\gamma}{\alpha\delta}\frac{w_0}{c} \qquad [5.25]$$

La fonction de coût variable devient :

$$C(y_k^{MT}) = F_2 + C_2(y_k^{MT})^{\frac{1-\beta}{(\gamma+\alpha\delta(1-\beta^H)}} \qquad [5.26]$$

A long terme, enfin, la firme peut tout faire varier, y compris la hauteur de la hiérarchie. Beckmann montre que pour H donné, la courbe de coût moyen a une forme en U quel que soit le terme considéré. Si l'on se place à moyen terme, le niveau de l'output est déterminé par le choix d'un des niveaux d'inputs. On choisit, par exemple s_H (=q_{H-1}) , l'étendue du contrôle du plus haut responsable hiérarchique (le président). Le coût moyen peut se réécrire en fonction de s_H. On montre aisément qu'elle admet un minimum pour une valeur positive de s_H*, qui s'écrit :

$$s_H^* = \frac{\alpha}{\beta}\frac{w_H}{w_{H-1}} \qquad [5.27]$$

Pour minimiser le coût moyen de l'output, l'étendue du contrôle du président doit être inférieure d'un facteur α comparé à l'étendu du contrôle de n'importe quel subordonné, pour le même ratio de salaire. Cette spécificité vient en compensation du fait que dans sa tâche, le président n'est pas aidé par un autre manager.

Si on ajoute un étage à la hiérarchie, qui passe d'une hauteur H+1 à un hauteur H+2. Pour simplifier, on suppose que b(h) est constant, égal à b. On montre que

lorsque H croît, le coût de production minimum tend vers une constante qui dépend de tous les paramètres de la fonction de production et de tous les coûts excepté la rémunération présidentielle. Ainsi, si l'on mesure la taille de l'entreprise par H, les performances d'une très grande entreprise ne sont pas très différentes de celles d'une grande entreprise. Mais qu'en est-il lorsque l'on compare les grandes et les petites entreprises ? Cela dépend du rapport entre l'étendue du contrôle du président et celle de ses subordonnés, et donc de la rémunération relative du président. La concurrence entre les présidents sur le marché du travail est cependant une force qui pousse à la constance des rendements d'échelle, ce qui rend la taille de l'entreprise indifférente. Ce résultat de Beckmann (1977) ne met donc pas en cause celui qu'il a obtenu en (1960) : il n'y a pas de coût croissant d'administration qui limite la taille de la firme.

(2) Interdépendance hiérarchique et disparités de taille et de salaire

Rosen (1982), part de la fonction de production récursive de Beckmann, mais enrichit l'analyse du contenu des activités menées par les responsables hiérarchiques et lève l'hypothèse d'homogénéité de la main d'œuvre. Comme Calvo et Wellisz (1979) son objectif est de trouver une explication théorique à un ensemble de faits stylisés empiriques : l'asymétrie à droite de la distribution de la taille des firmes au sein des secteurs et de la distribution des salaires au sein des firmes et de l'économie, la corrélation entre la taille de la firme et la rémunération des présidents et enfin le lien entre le niveau hiérarchique occupé et le salaire.

Dans une entreprise, il y a trois types de tâches à réaliser : la production, le management et la supervision. Les tâches de management consistent à faire des choix, par exemple sur le type de bien à produire, sur la qualité attendue et sur les quantités, à transcrire ces choix dans des directives et à les transmettre au niveau hiérarchique directement inférieur. Les tâches de supervision consistent à vérifier que

les directives sont correctement appliquées. On suppose que les tâches de management et de supervision ne sont pas séparables : c'est un seul et même individu qui établit les consignes et qui vérifie si elles sont respectées. Par ailleurs, la supervision ne peut pas être collective : le responsable hiérarchique doit passer un peu de son temps avec chacun de ses subordonnés. Enfin, comme dans la plupart des modèles de hiérarchies la spécialisation est totale : le niveau 0 est spécialisé dans la production, le niveau 1 dans les tâches de maîtrise, le niveau 2 dans l'encadrement des agents de maîtrise, etc.

Mais la notion de spécialisation a un sens spécifique ici puisqu'elle se définit dans le cadre d'une division verticale du travail : on est spécialisé dans un niveau hiérarchique. Le modèle de Meyer (1994) envisageait une spécialisation par projet, différente de la spécialisation hiérarchique. La description que Rosen (1982) fait du travail du manager laisse penser qu'il peut être divisé horizontalement : certains pourraient se spécialiser dans la supervision, d'autres dans la coordination. D'ailleurs, dans la vie concrète des entreprises, la maîtrise est spécialisée dans la supervision tandis que des salariés du bureau des méthodes élaborent les plans de production et les consignes. Les hypothèses choisies éliminent cette possibilité de spécialisation horizontale.

La main d'œuvre est supposée hétérogène au sein d'un même niveau hiérarchique, ainsi qu'entre les niveaux hiérarchiques. Un individu i est doté d'un vecteur de compétences $(\theta^i_0,\ldots\theta^i_h,\ldots,\theta^i_H)$ correspondant à sa productivité dans les tâches spécialisées qui caractérisent chaque niveau hiérarchique. On suppose que ces compétences latentes ont un niveau qui dépend d'une capacité générale ξ distribuée de manière aléatoire :

$$\begin{cases} \theta_0^i = a_0^i + b_0^i \xi \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \theta_H^i = a_H^i + b_H^i \xi \end{cases} \qquad [5.28]$$

Un fois que l'individu est embauché par une entreprise, il n'utilise que la compétence qui correspond à son rang dans l'organisation. Rosen (1982) simplifie le problème de l'organisation en le posant dans le cadre d'une hiérarchie à deux niveaux : le niveau opérationnel regroupant q_0 travailleurs directs de compétence θ_0^i ($i=1,\ldots,q_0$), et le niveau 1, occupé par un seul responsable hiérarchique ($q_1=1$) de compétence θ_1. La production d'un travailleur direct i s'écrit :

$$y_0^i = g(\theta_1) f(\theta_1 t_i, \theta_0^i) \qquad [5.29]$$

Il bénéficie de deux types de services qui affectent sa productivité. Le premier, représenté par $g(\theta_1)$ correspond à un service de coordination, de nature indivisible. Il accroît de manière uniforme la productivité de tous les travailleurs directs, avec une intensité qui dépend de la compétence du responsable hiérarchique ($g'(\theta_1)>0$). Par exemple, il prend la forme de l'envoi à tous les travailleurs directs d'un ensemble de directives spécifiant le travail à faire. Cette indivisibilité est source d'économies d'échelle.

Le second service rendu par le responsable hiérarchique est la supervision. Son volume dépend du temps de supervision t_i consacré au travailleurs i et de la compétence θ_1. D'une certaine manière, le manager qui rédige des directives claires et bien spécifiées est mieux à même d'accompagner le travailleur dans leur mise en œuvre, pendant le temps ti. On suppose que f croît avec t_i, tout en enregistrant des rendements décroissants ($f_{11}<0$) et que le temps de supervision et la qualité du travailleur direct sont complémentaires ($f_{12}>0$). Le temps réduit consacré à la

supervision, associé à l'impossibilité de séparer tâches de coordination et de supervision et aux rendements décroissants en t_i imposent une limite aux économies d'échelle inhérentes à $g(\theta_1)$. Enfin, la compétence de l'individu i dans les tâches de production affecte positivement sa productivité. La production de l'entreprise s'écrit :

$$y_0 = g(\theta_1)\sum_{i=1}^{q_0} f(\theta_1 t_i, \theta_0^i) \qquad [5.30]$$

L'entreprise choisit son organisation en déterminant q_0 et t_i pour chaque i, sachant que le manager dispose d'un temps total de supervision T. Avec une fonction de ce type, il n'y a pas seulement interdépendance verticale, il y a aussi interdépendance horizontale au sein de l'équipe car le temps consacré par le manager à chaque travailleur dépend des compétences des autres au sein de l'équipe. Cette interdépendance existe même s'il n'y a aucune interaction entre travailleurs dans les activités productives. On simplifie encore le problème en s'intéressant, au sein des fonction f, à la famille φ des fonctions homogènes de degré 1. L'activité productive de i connaît alors des rendements d'échelle constants et peut s'écrire :

$$y_0^i = g(\theta_1)\theta_0^i \varphi\left(\frac{\theta_1 t_i}{\theta_0^i}\right) \qquad [5.31]$$

Dans ce cas, le temps T du manager est alloué proportionnellement à la qualité du travailleur direct :

$$\frac{t_i}{\theta_0^i} = \frac{T}{\sum_{i=1}^{q_0}\theta_0^i} = \frac{T}{\Theta} \qquad [5.32]$$

En substituant dans [5.31] et en sommant sur i, on obtient, pour la fonction de production de l'entreprise :

$$y_0 = \sum_{i=1}^{q_0} \theta_0^i g(\theta_1)\varphi\left(\frac{\theta_1 T}{\Theta}\right) = \Theta g(\theta_1)\varphi\left(\frac{\theta_1 T}{\Theta}\right) \qquad [5.33]$$

Lorsque f a des rendements constants, la production d'équilibre dépend seulement du volume total de travail direct exprimé en unités efficientes (Θ), c'est à dire en tenant compte de la qualité du travail (θ_0^i). Le nombre total de travailleurs q_0 et la distribution des compétences n'affectent pas l'output de l'entreprise pour autant que Θ reste inchangé. Le manager alloue son temps de manière à rendre le travail direct homogène en dépit de la disparité des compétences. Ainsi, deux travailleurs directs d'aptitudes différentes deviennent parfaitement substituables et le travail, exprimé en unités efficientes, s'agrège linéairement dans la fonction de production de l'entreprise. Avec cette technologie de production, peu importe la composition des équipes productives. Enfin, le marché du travail détermine un prix unique w pour une unité de travail efficiente qui est égal à la productivité marginale de Θ, telle qu'elle ressort de la fonction de production de l'entreprise. Celle-ci admet des rendements décroissants en Θ, qui traduisent le fait qu'un volume de travail direct plus important réduit le temps de supervision reçu par chacun.

La capacité du manager (θ_1) est la clef de voûte de la dynamique productive de l'entreprise. Dans le cadre de ce modèle, on peut montrer que sa distribution est à l'origine des distributions, empiriquement observées, de taille des entreprises et de rémunérations.

On désigne par s l'étendue du contrôle du manager, par ε les économies d'échelles liées à θ_1, par κ l'inverse de la productivité du travail direct exprimée en valeur et par σ l'élasticité de substitution entre θ^i_0 et $\theta_1 t_i$ dans la fonction φ :

$$s = \frac{q_0}{\theta_1},\ \varepsilon = \frac{\theta_1 g'(\theta_1)}{g(\theta_1)},\ \kappa = \frac{q_0}{py_0},\ \sigma = \frac{d\ln(\theta_1 t_i / \theta_0^i)}{d\ln\left|\dfrac{\partial\varphi/\partial\theta_0^i}{\partial\varphi/\partial\theta_1 t_i}\right|} \qquad [5.34]$$

La statique comparative appliquée à la condition de premier ordre de maximisation du profit conduit aux élasticités suivantes :

$$\begin{aligned} \frac{d\ln s}{d\ln\theta_1} &= \frac{\varepsilon\sigma}{1-\kappa} \geq 0 \\ \frac{d\ln y_0}{d\ln\theta_1} &= 1+\varepsilon+\frac{\varepsilon\sigma}{1-\kappa} \geq 1 \\ \frac{d\ln\Theta}{d\ln\theta_1} &= 1+\frac{\varepsilon\sigma}{1-\kappa} \geq 1 \end{aligned} \qquad [5.35]$$

La première inégalité expriment qu'un manager plus talentueux peut encadrer efficacement plus de travailleurs directs : comparées aux petites entreprises, les grandes entreprises sont dirigées par des managers dotés d'aptitudes plus grandes. Les deux autres montrent que l'output (y_0) et l'input (Θ) augmentent plus que proportionnellement avec la compétence managériale. Par conséquent, les écarts de taille d'entreprises vont être plus importants que les écarts de compétence des managers, générant une asymétrie à droite dans la distribution de la taille des entreprises.

Si l'on établit l'exercice de statique comparative à partir de l'expression du profit et en s'appuyant sur le théorème de l'enveloppe, on obtient :

$$\frac{d\ln\pi}{d\ln\theta_1} = \frac{1+\varepsilon}{1+\kappa} \geq 1$$
$$\frac{d\ln\pi}{d\ln y_0} = \frac{(1+\kappa)(1+\varepsilon)+\kappa\varepsilon}{(1+\kappa)(1+\varepsilon)+\kappa\varepsilon\sigma} \qquad [5.36]$$

Si l'on considère que le profit de l'entreprise (π) revient à son président, alors l'inégalité de [5.36] exprime que plus il est talentueux, mieux il est rétribué. Cette première relation est difficile à tester empiriquement car θ_1 n'est pas observable. En revanche, la seconde relation, qui dérive du même calcul, peut être testée empiriquement. Elle exprime que la taille de l'entreprise et la rétribution de son manager résultent du même problème sous-jacent. L'estimation empirique obtenue vaut aux alentours de 0,3 suggérant à la fois l'existence d'économies d'échelle liées au management (ε>0) et une substitution forte entre temps de supervision ajusté pour la qualité et qualité du travail direct (σ>1).

Dans ce cadre théorique, l'individu doit choisir entre devenir travailleur direct et toucher w ou créer une entreprise et s'approprier $\pi(\theta_1)$. C'est l'équilibre du marché du travail qui détermine ces grandeurs. Si les compétences des individus sont distribuées comme dans [5.28], l'individu i doit arbitrer entre deux formes de rémunération qui dépendent de sa capacité générale, I^i_0 correspondant à du travail direct et I^i_1 correspondant à un travail de manager :

$$\begin{cases} I^i_0 = wa^i_0 + wb^i_0\xi \\ I^i_1 = \pi(a^i_1 + b^i_0\xi) \end{cases} \qquad [5.37]$$

Si l'élasticité des gains à la compétence générale de l'individu est plus élevée lorsqu'il occupe une position de manager que lorsqu'il exécute du travail direct, le marché alloue les plus compétents aux postes de managers, tandis que les autres

deviennent salariés. Cette configuration génère une asymétrie à droite de la distribution des revenus. Ces résultats se généralisent aisément à des firmes ayant plus de deux niveaux hiérarchiques. Il suffit d'ajouter une condition d'équilibre supplémentaire selon laquelle le revenu d'un manager doit être identique lorsqu'il occupe un rang donné dans des hiérarchies différant par leur hauteur.

c) L'interdépendance générée par la division horizontale du travail

L'interdépendance entre les facteurs de production peut aussi être modelée par la division horizontale du travail. La division horizontale du travail correspond à toute forme de séparation entre les tâches qui ne correspond pas à une séparation hiérarchique, entre conception et/ou contrôle et exécution.

Selon les théories de la départementalisation de Gulick et Urwick (1937), on peut distinguer quatre types de tâches élémentaires : la coordination, la supervision, le service et la production. La coordination correspond à ce que nous désignons comme activité de conception, la supervision correspond au contrôle et les activités de service et de production aux tâches d'exécution, qui sont distinguées en fonction de la nature matérielle ou non du résultat de l'action. Gulick et Urwick décrivent la structuration d'une organisation comme le regroupement de tâches en postes de travail, eux-mêmes réunis dans des unités administratives qui forment des départements. Ces regroupements peuvent se faire selon des axes différents correspondant à des choix de spécialisation. On peut distinguer 4 grandes modes de regroupement : par objectifs ou fins, par moyens, par clients et par régions. Ils sont en général concurrents : si à l'INSEE, on sépare les unités traitant des questions démographiques et sociales des unités traitant des questions économiques (fins), on devra éclater entre ces deux départements les spécialistes des sondages (moyens), on

perdra une vision d'ensemble sur les régions et on ne réunira pas en un seul lieu les individus traitant avec l'administration, les entreprises ou les collectivités locales (clients).

Simon (1947) critique les théories de la départementalisation en soulignant que les choix de l'organisation sont en général ramenés à un problème d'allocation optimale des individus à des tâches qui sont considérées comme données. Or, si la technologie dessine un ensemble de possibles qui joue comme une contrainte (Camacho et Perski, 1988), il reste des marges de manœuvre quant aux choix de spécialisation. Ceux-ci doivent être guidés par un arbitrage entre autonomie du poste de travail, de l'unité administrative ou du département et gain de spécialisation. La spécialisation par client par exemple favorise l'autonomie de l'unité spécialisée alors que la spécialisation par moyens favorise la connaissance et la maîtrise des différents segments du processus de production. La première réduit les coûts de coordination au détriment des économies d'échelle alors que la seconde conduit aux avantages opposés. Une spécialisation efficace s'appuie sur les lignes de complémentarité « naturelle » qui traversent le processus de production. Un arbitrage de ce type est sous-jacent au modèle de Crémer (1980), qui a été examiné dans le chapitre III. Le modèle de Meyer (1984), présenté dans la section A, se donne une spécialisation par projets, qui peut être assimilé à une spécialisation par objectifs.

Nous allons à présent examiner d'autres modèles décrivant la division horizontale du travail en distinguant deux approches. La première montre que le regroupement des tâches en postes de travail établit des interdépendances stratégiques qui seront plus ou moins favorables à l'absorption de chocs technologiques asymétrique (Valsecchi, 1992 ; Carmichael et MacLeod, 1993). La seconde décrit les arbitrages qui conduisent à apparier certaines compétences à

certains profils de postes de travail (Lindbeck et Snower, 1996 ; Kremer, 1993 ; Kremer et Maskin, 1996).

(1) Spécialisation horizontale et choc technologique asymétrique

La spécialisation génère une hétérogénéité entre les inputs humains. Les deux modèles que nous allons examiner (Valsecchi, 1992 ; Carmichael et MacLeod, 1993) partent d'une hypothèse d'homogénéité des compétences des individus au moment de leur recrutement. Ce point de départ est donc très différent de celui de Meyer (1994) ou de Rosen (1982). L'objectif des modèles est de montrer que l'allocation des individus aux tâches apporte d'autres gains que ceux liés à l'exploitation de leurs avantages comparatifs. Ces auteurs s'intéressent aux effets d'un choc exogène affectant la productivité des tâches de manière asymétrique. Ils montrent que la forme des interdépendances entre postes de travail imposée par la division horizontale du travail (l'allocation des tâches aux personnes) influence l'acceptation ou le rejet du choc par les travailleurs. Dans ce cas, c'est donc la division du travail elle-même qui joue comme mécanisme incitant ou non à l'absorption du choc.

Pour Valsecchi (1992), choisir la spécialisation des individus revient à déterminer les interdépendances stratégiques qui les relie. Les tâches élémentaires constitutives du processus de production peuvent entretenir entre elles des relations allant de l'indépendance totale et la complémentarité absolue. Le produit de deux tâches indépendantes est la somme de leur produit respectif. Les tâches de ce type n'ont pas besoin d'être coordonnées. Lorsque la complémentarité est absolue, le produit de deux tâches est le minimum de leur produit respectif. Les tâches entretiennent donc entre elles une relation fixe et elles doivent être coordonnées de manière rigide. Entre ces deux extrêmes, les tâches peuvent nécessiter différentes formes de coordination flexible.

Considérons deux individus (i=1 et 2) et deux tâches. J_i représente la tâche réalisée par l'individu i et J_{-i}, celle de l'autre individu. La gain de l'individu i π_i dépend des deux tâches :

$$\pi^i = \pi^i(J_i, J_{-i}) \qquad [5.38]$$

On considère que les fonctions de gain sont strictement concaves et que les comportements sont de type Nash-Cournot, ce qui conduit, pour l'individu i, à la condition de premier ordre suivante pour la maximisation de ses gains :

$$\frac{\partial \pi^i}{\partial J_i} = \pi^i_{J_i} = 0 \qquad [5.39]$$

$\pi^i_{J_i J_{-i}}$, correspond au terme d'interaction de Alchian et Demsetz (1972) qui définit la séparabilité des tâches. Ici, cette expression correspond à une interaction entre des regroupements de tâches élémentaires qui forment des postes de travail. On note ρ_i la pente de la courbe de réaction, de l'individu i. Elle correspond au rapport du terme d'interaction à la dérivée seconde du gain de l'individu i par rapport à l'activité qu'il exerce. On définit la complémentarité, l'indépendance et la substitution entre tâches par les propriétés suivantes :

$$\rho_i = \frac{\pi^i_{J_i J_{-i}}}{\pi^i_{J_i J_i}} > 0 \Rightarrow \text{tâches complémentaires}$$

$$\rho_i = \frac{\pi^i_{J_i J_{-i}}}{\pi^i_{J_i J_i}} = 0 \Rightarrow \text{tâches indépendantes} \qquad [5.40]$$

$$\rho_i = \frac{\pi^i_{J_i J_{-i}}}{\pi^i_{J_i J_i}} < 0 \Rightarrow \text{tâches substituables}$$

Les tâches sont indépendantes si elles sont réalisées en parallèle comme dans les cas d'une spécialisation par région ou par client. Si elles sont reliées en série, avec l'output de l'une qui rentre comme input dans le processus de production de l'autre, elles sont complémentaires. Une spécialisation par moyens comme celle qui caractérise les industries d'assemblage génère ce type d'interdépendance (cas décrit par Camacho et Perski, 1988). Enfin, lorsqu'il n'y a pas de spécialisation, c'est à dire lorsque les salariés sur deux postes de travail effectuent exactement la même tâche, ils entretiennent une relation de substitution : pour une commande de taille donnée, si un poste de travail produit plus, l'autre produit moins.

Valsecchi (1992) analyse deux configurations de postes de travail. Dans la première, on a deux tâches A et B, deux individus 1 et 2. L'individu 1 est spécialisé dans la tâche A tandis que l'individu 2 se consacre à la tâche B (A_1, B_2). Dans la seconde, on a trois tâches A, B et C et deux individu 1 et 2. Le poste de travail de 1 regroupe les tâches A et B, tandis que 2 est spécialisé dans la tâche C (A_1, B_1, C_2).

Dans la première configuration, on envisage un choc affectant positivement le gain marginal associé à la tâche A et donc sa productivité marginale ($d\upsilon_A$) :

$$\frac{\partial \pi^1}{\partial A_1 \partial \upsilon_A} > 0 \qquad [5.41]$$

Quels effets ce choc produit-il, à l'équilibre, sur les efforts déployés par les individus dans leurs tâches respectives ? On montre qu'ils ont la forme suivante :

$$\frac{dA_1}{d\upsilon_A} = \frac{\frac{\partial A_1}{\partial \upsilon_A}}{1-\rho_1\rho_2}$$
$$\frac{dB_2}{d\upsilon_A} = \frac{\rho_2 \frac{\partial A_1}{\partial \upsilon_A}}{1-\rho_1\rho_2} \qquad [5.42]$$

Si le choc induit comme réponse partielle un accroissement de l'effort déployé par 1 dans sa tâche ($\partial A_1/\partial \upsilon_A>0$), alors à l'équilibre l'effet sur A_1 sera positif ($1/(1-\rho_1\rho_2) \geq 1$). L'effet sur B_2 dépend du signe de ρ_2, qui correspond à la pente de la courbe de réaction, de l'individu 2. Il est positif si A et B sont complémentaires, négatif si elles sont substituables et nul dans le cas d'indépendance.

Enfin les effets, à l'équilibre, sur les gains de 1 et 2 ont la forme suivante :

$$\frac{d\pi_1}{d\upsilon_A} \cong \frac{1}{1-\rho_1\rho_2}\rho_2 \frac{\partial A_1}{\partial \upsilon_A}\pi^1_{B_2}$$
$$\frac{d\pi_2}{d\upsilon_A} = \frac{1}{1-\rho_1\rho_2}\frac{\partial A_1}{\partial \upsilon_A}\pi^2_{A1} \qquad [5.43]$$

Ici encore, on voit que l'interdépendance entre tâches, qui fixe le signe de ρ_2 va être déterminante pour l'évolution des gains des joueurs suite au choc qui améliore la productivité de la tâche A. Lorsque les tâches sont complémentaires ($\rho_2>0$), les deux individus améliorent leur situation. Ils auront donc tous les deux intérêt à absorber le choc. Lorsqu'elles sont substituables ($\rho_2<0$), le gain marginal de 2 augmente tandis que celui de 1 diminue. Cette situation est vécue comme injuste par 1 qui voit ses gains marginaux se détériorer alors même qu'il a accru son activité. Elle est donc de nature conflictuelle et témoigne de ce qu'un individu rationnel peut rejeter un choc qui accroît son efficacité ou à accepter un choc qui la réduit. Enfin, lorsque les tâches

sont indépendantes, (ρ_2=0), 2 voit ses gains marginaux s'améliorer alors que la situation de 1 reste inchangée. Dans ce cas, rien n'incite 1 à accepter le choc qui modifie son travail.

Dans la seconde configuration (A_1, B_1, C_2), on suppose que la tâche A est indépendante des deux autres ($\pi^i_{A1B1}=\pi^i_{A1C2}=0$), que les tâches B et C sont non indépendantes ($\pi^i_{B1C2}\neq 0$) et qu'il y a des économies ou des déséconomies d'effort à ce qu'un même individu effectue les tâches A et B ($\pi^1_{A1B1}\neq 0$). Dans ce cadre, on envisage tour à tour un choc sur B et un choc sur C.

Au trois cas envisagés précédemment suite à une choc positif, s'ajoute un quatrième ou les deux membres de l'équipe auront intérêt à rejeter le changement, qui pourtant améliore la productivité de B. On montre aussi que même si l'on suppose que les tâches A et C sont à la fois indépendantes et réalisées par des individus différents (A_1, C_2), un changement affectant A peut affecter C s'il vient de B qui entretient une relation d'interdépendance avec C.

Au total, l'exploration des différents cas, liés à un choc sur B et à un choc sur C indique qu'un choix judicieux dans l'association des tâches au sein des postes de travail, ainsi qu'une réflexion sur les effets des changements introduits dans le processus de production peut conduire à éviter les situations de conflit, d'inertie et de perte de bien-être.

Cette idée est proche de celle que développent Carmichael et MacLeod (1993) dans un modèle qui vise à rendre compte des avantages comparés des modes de production japonais et occidentaux. Ils supposent que le noyau de main d'œuvre stable des entreprises japonaises a été formé à réaliser plusieurs tâches (« multiskilling »), alors que les entreprises occidentales emploient des salariés

spécialisés. Mais les compétences des salariés ne se reflètent pas dans la définition des postes de travail car même lorsqu'ils ont les moyens d'être polyvalents dans le travail, les salariés japonais (du modèle) ne réalisent concrètement qu'une seule tâche. La pluri-compétence vise ici à donner une marge de manoeuvre à l'entreprise dans l'allocation des individus aux tâches : ces salariés pourront indifféremment exercer l'une ou l'autre des activités pour lesquelles ils ont reçu une formation. C'est cette souplesse qui fait que ces salariés forment le noyau stable de la main d'œuvre de l'entreprise : la possibilité de redéploiement sur les postes suite à un choc technologique leur donne la garantie de l'emploi. Elle instaure un écart entre l'espace des tâches et celui des personnes, que nous allons retrouver dans les modèles centrés sur l'entreprise.

Si elle n'affecte pas la définition des postes de travail, la pluri-compétence romps le lien entre la rémunération et le poste occupé. Un salarié pluri-compétent peut être placé sur un poste de travail ou sur un autre en fonction de la volonté du chef d'entreprise. Quelle que soit la tâche qu'il exerce, il recevra la rémunération correspondant à la tâche la mieux payée. C'est cette propriété qui modifie les interdépendances stratégiques entre salariés en cas de choc technologique dans le modèle japonais comparé au modèle occidental. Le modèle montre que la firme japonaise évite les situations conflictuelles en présence d'innovations de procédés, qui souvent se traduisent par des chocs affectant la productivité d'une tâche. La firme occidentale, quant à elle, conserve un bon niveau de coopération de la main d'œuvre en présence d'innovations de produits qui transforment l'ensemble des tâches.

Les auteurs envisagent un processus de production formé de deux tâches A et B. Pour pouvoir réaliser une tâche, un salarié doit avoir reçu une formation spécifique dont les coûts (C_A et C_B) dépendent de la tâche considérée. Il sera supporté par le salarié pour autant qu'il conduise à un supplément de salaire équivalent, sinon,

il sera pris en charge par l'entreprise. La pluri-compétence se traduit donc par un coût plus élevé que la spécialisation (C_A+C_B). Comme le salarié pluri-compétent touche le salaire correspondant à la tâche la mieux rémunérée parmi celles qu'il sait faire, un surcoût de formation devra être pris en charge par l'entreprise.

La fonction de production dépend des inputs humains alloués à chacune des deux tâches (N_A et N_B). On suppose qu'un choc technologique asymétrique augmente la productivité marginale de la tâche A tout en laissant celle de B inchangé ($d\upsilon_A$>0) :

$$Y = F(\upsilon_A N_A, N_B), \quad 1 < \upsilon_A < \overline{\upsilon}_A \qquad [5.44]$$

L'effet du changement technologique ($d\upsilon_A$) sur l'emploi et les rémunérations est le résultat d'un jeu non coopératif qui dure une période et qui suit trois étapes.

Au début de la période, $\overline{N}$ travailleurs et n firmes intègrent et constituent une industrie. La firme embauche des travailleurs sur la base de la situation *ex-ante* des marchés et leur demande de se former dans une ou deux tâches, contribuant au coût de formation si nécessaire.

Puis l'innovation se manifeste créant un écart entre la situation *ex-ante* et la situation *ex-post*. Les salariés connaissent la technologie et en anticipent parfaitement les conséquences. Les spécialistes de A décident si ils acceptent le changement technologique ou s'ils lui résistent. Les spécialistes de B peuvent avoir leur avis sur ce choc mais ils n'ont aucun moyen de pression : comme ils ne seront jamais responsables de la tâche A, l'entreprise sait qu'ils ne pourront pas avoir d'influence sur la qualité de son exécution. Comme chez Valsecchi (1992) les individus ont un comportement de type Nash-Cournot : ils font leur choix en préservant leurs intérêts individuels et en considérant les actions des autres comme données. On note S le

nombre de travailleurs directement concernés par la tâche A et acceptant l'innovation. Par hypothèse, le degré de coopération (S) des travailleurs affecte positivement la productivité de A :

$$\upsilon_A = \upsilon_A(S),\ \upsilon_A'(S) > 0,\ \upsilon_A(0) = 1,\ \upsilon_A(N_A) = \overline{\upsilon}_A \qquad [5.45]$$

Enfin, la firme détermine les niveaux d'emploi et de salaire qui maximisent son profit *ex post*, dans les conditions imposées par le marché du travail *ex post*. Ainsi, elle peut renvoyer sur le marché du travail des salariés dont elle a déterminé la formation, en contribuant parfois à son financement. On suppose la demande du produit parfaitement élastique, ce qui fait qu'au total, le prix de l'output ne sera pas affecté par le changement de technologie. En revanche, les demandes pour les différents types de main d'œuvre (formées en A, en B et en A et B) seront affectées.

Le modèle est résolu en considérant tout d'abord la dernière étape. Les firmes occidentale (O) et japonaise (J) y diffèrent dans leur programme de maximisation. Les premières choisissent N_A^O et N_B^O qui maximisent leurs profits :

$$\begin{cases} \underset{N_A^O, N_B^O}{\text{Max}}\ F\left(\upsilon_A N_A^O, N_B^O\right) - w_A N_A^O - w_B N_B^O \\ \text{SC}\quad N_A^O, N_B^O \geq 0 \end{cases} \qquad [5.46]$$

Les conditions d'équilibre sur le marché du travail *ex post* fixent le niveau des rémunérations :

$$\begin{aligned} nN_A^O(w_A, w_B, \upsilon_A) &= \overline{N}_A^O \\ nN_B^O(w_A, w_B, \upsilon_A) &= \overline{N}_B^O \end{aligned} \qquad [5.47]$$

Les secondes choisissent $\tilde{N}_A^J$, $\tilde{N}_B^J$, $\tilde{N}_{A,B}^J$, quantités de main d'œuvre spécialisées et pluri-compétente, ainsi que γ, part des pluri-compétents alloués à l'activité A *ex post* :

$$\begin{cases} \underset{N_A^J, N_B^J, N_{A,B}^J, \gamma}{\text{Max}} F\left(\upsilon_A(\tilde{N}_A^J + \gamma\tilde{N}_{A,B}^J), \tilde{N}_B^J + (1-\gamma)\tilde{N}_{A,B}^J\right) - w_A\tilde{N}_A^J - w_B\tilde{N}_B^J - w_{A,B}\tilde{N}_{A,B}^J \\ \text{SC} \quad \tilde{N}_A^J, \tilde{N}_B^J, \tilde{N}_{A,B}^J \geq 0,\ 0 \leq \gamma \leq 1 \end{cases} \qquad [5.48]$$

L'accentuation sur les quantités de main d'œuvre exprime l'écart entre l'espace des personnes, défini par les compétences ($\tilde{N}_A^J$, $\tilde{N}_B^J$, $\tilde{N}_{A,B}^J$), et l'espace des tâches (N_A^J et N_B^J). Cet écart se retrouve dans les conditions d'équilibre qui caractérisent le marché du travail *ex post* :

$$\begin{aligned} & nN_A^J\left(w_A, w_B, w_{A,B}, \upsilon_A\right) = \overline{N}_A^J + \gamma\overline{N}_{A,B}^J \\ & nN_B^J\left(w_A, w_B, w_{A,B}, \upsilon_A\right) = \overline{N}_B^J + (1-\gamma)\overline{N}_{A,B}^J \\ & w_{A,B} = \max(w_A, w_B) \end{aligned} \qquad [5.49]$$

On suppose que la demande de travailleurs de type A est inélastique (η_{AA}>-1) et que les deux tâches sont complémentaires, conduisant à une complémentarité entre travailleurs de type A de B ($\eta_{BA}<0$). On montre alors que dans les deux types de firmes, à salaire constant, l'emploi dans la tâche A diminue au profit de l'emploi dans la tâche B. De même, si l'on considère que les différences dans les coûts de formation (C_A et C_B) sont sensibles, alors, à l'équilibre *ex post*, la rémunération attachée aux spécialistes de la tâche A diminue au profit de celle des spécialistes de la tâche B.

Que se passe-t-il dans l'étape 2 pour la firme occidentale ? Il est clair que les spécialistes de A vont s'opposer au changement (ce résultat est contingent à la forme des élasticité prix). A l'étape 1, la situation anticipée est donc la stabilité technologique (ν_A=1). Pour attirer la main d'œuvre, la firme doit proposer une rémunération égale au salaire de réservation (w_R) augmentée du coût de formation (C_A ou C_B selon la formation du travailleur). A l'équilibre, cette rémunération égalise la productivité marginale de chacune des tâches :

$$\begin{aligned} w_A^O &= F_A = w_R + C_A \\ w_B^O &= F_B = w_R + C_B \end{aligned} \qquad [5.50]$$

A l'étape 2, la firme japonaise réagit de manière très différente. Pour simplifier, on suppose de coût de formation associé à A inférieur à celui associé à B (C_A<C_B). A l'équilibre, les spécialistes de A auront donc une rémunération plus faible que les spécialistes de B. Par conséquent, les salariés pluri-compétents toucheront la rémunération associée à B ($w_{A,B}$=w_B). On montre qu'à l'équilibre *ex post*, aucun salarié pluri-compétent ne sera affecté à A. Lorsqu'ils sont affectés *ex ante* à A, ces salariés anticipent une mobilité sur B. Ils ne seront pas solidaires des spécialistes affectés *ex ante* à A qui s'opposeront à l'innovation. La pluri-compétence est donc source d'un désaccord entre les salariés responsables *ex ante* de la tâche A, qui peut conduire *in fine* la firme à adopter le changement technique. L'existence d'un marché du travail pour des salariés pluri-compétents est étroitement lié au contexte d'introduction du changement technologique : *ex ante*, ce marché n'existe que si l'entreprise anticipe une innovation, car le salarié n'est pas près à payer pour une compétence supplémentaire.

A l'étape 1, l'entreprise décide de former des salariés pluri-compétents si le gain de productivité associé à l'innovation couvre le coût de formation qu'elle doit supporter. L'arbitrage de la firme s'appuie sur le calcul de maximisation suivant :

$$\begin{cases} \underset{\tilde{N}^J_{A,B}}{\text{Max}}\ r\left\{F\left(\upsilon_A\left[\tilde{N}^J_{A,B}\right]N^J_A, N^J_B\right) - w_A\tilde{N}^J_A - w_B\tilde{N}^J_B - w_{A,B}\tilde{N}^J_{A,B}\right\} - C^A\tilde{N}^J_{A,B} \\ \text{SC} \quad \tilde{N}^J_A, \tilde{N}^J_B, \tilde{N}^J_{A,B} \geq 0 \end{cases} \qquad [5.51]$$

où r est un facteur d'actualisation et où la condition $C_A<C_B$ fait que les salariés pluri-compétents n'ont intérêt à financer que le coût C_B de formation. Si l'on suppose une solution intérieure, la condition de premier ordre donne :

$$rN^J_A\upsilon'_A\left[\tilde{N}^J_{A,B}\right]F'_1 - C^A = 0 \qquad [5.52]$$

On montre que lorsque C^A et C^B sont proches, l'acceptation de l'innovation (la coopération avec le changement technologique) est un équilibre de Nash, mais n'est pas forcément une stratégie dominante. Pour éviter une situation d'équilibres multiples, il faut supposer que la demande de travail globale croît avec l'innovation ($\partial N/\partial\upsilon_A>0$). Une autre solution est de convaincre les salariés pluri-compétents ou « permanents » qu'ils ont intérêt à la coopération. La culture d'entreprise peut jouer ce rôle lorsqu'elle suggère que la coopération est la norme. Bien évidemment, la condition de possibilité de cette stratégie est que la coopération conduise à un équilibre de Nash, or elle repose sur l'existence de salariés pluri-compétents. La culture d'entreprise n'aurait donc pas la même force dans l'entreprise occidentale.

Enfin, lorsque $C^A>C^B$, l'entreprise n'a pas intérêt à affecter *ex ante* des salariés pluri-compétents à la tâche A : les salariés affectés *ex ante* sur A préféreront s'opposer à l'inovation car elle induit leur transfert sur B qui est une tâche moins

bien rémunérée. Ceci suggère que les salariés « permanents » des entreprises japonaises sont formés sur un éventail de tâches, mais qu'ils migrent graduellement vers des tâches plus qualifiées (mieux payées) au fur et à mesure que le changement technique économise les tâches les moins qualifiées, qui sont alors confiées à des salariés « temporaires » spécialisés dans une seule tâche.

Dans ce modèle, former des salariés à plusieurs tâche ne conduit pas à la polyvalence, mais à l'acceptation par les salariés d'un choc technologique asymétrique. Ce modèle suggère cependant une logique où d'une période à l'autre, le salarié pluri-compétent change de tâche. Il y a donc une rotation dans le temps sur des tâches différentes, qui est suggérée sans être modélisée et qui est une forme de polyvalence[96].

Le modèle souligne les liens de complémentarité qui unissent la pluri-compétence, la rotation sur plusieurs postes de travail, la coexistence de l'emploi à vie et du travail précaire, et l'acceptation des innovations de procédé au sein de l'entreprise japonaise, tandis qu'au sein de l'entreprise occidentale, la ligne de complémentarités articule la spécialisation, l'innovation de produit et la résistance à l'innovation de procédé. Nous reviendrons sur l'analyse théorique de ces lignes de complémentarités entre dispositifs technologiques et organisationnels dans la section 3.

---

[96] Notons, que si la rotation sur des postes de travail différents d'une période a l'autre a ses effets propres (notamment elle accroît le savoir commun sur l'entreprise détenu par les salariés), une polyvalence « classique » (tourner sur plusieurs postes de travail au sein d'une même période et du même collectif de travailleurs) a aussi la propriété de rompre le lien entre l'espace des personnes et l'espace de tâches (et corrélativement entre la rémunération versée et le travail effectivement réalisé).

(2) Compétences des travailleurs, complémentarités technologiques et interdépendances horizontales

Nous venons de voir que la spécialisation crée de l'hétérogénéité entre les inputs humains en déterminant un ensemble d'interdépendances stratégiques. Dans les modèles que nous allons examiner, à l'hétérogénéité des postes de travail s'ajoute l'hétérogénéité des travailleurs. Lindbeck et Snower (1996) montrent comment les firmes déterminent leur organisation interne ou le profil des postes de travail en termes de tâches en réponse à des caractéristiques de l'offre de travail (capacité à réaliser des tâches différentes) et de la demande de travail (complémentarités entre les tâches). Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1993), quant à eux, explorent une forme spécifique de fonction de production qui implique des complémentarités fortes entre les tâches. Dans les deux modèles, les entreprises effectuent des arbitrages qui conduisent à apparier certaines compétences à certains profils de postes de travail en prenant appui sur des interdépendances horizontales. La manière dont les entreprises résolvent leur problème d'appariement des personnes aux tâches a des conséquences sur l'équilibre du marché du travail, qui seront analysées dans la troisième partie de cette thèse.

Dans son inspiration, le modèle de Lindbeck et Snower (1996) est très proche de celui de Carmichael et Mac Leod (1993). Les formes d'organisation taylorienne et holiste formalisées par les uns font écho aux firmes japonaises et occidentales stylisées par les autres. Le cœur du modèle repose aussi sur la rupture entre rétribution du travail et contenu des tâches réalisées (ou entre salaires et productivité) qu'instaure la maîtrise de plusieurs tâches. Mais ici, cette maîtrise conduit à une polyvalence classique (« multiple task » plutôt que «multiskilling »). Elle introduit une différence dans l'écriture de la fonction de production selon qu'on l'exprime dans l'espace des tâches ou dans celui des catégories de travailleurs. Le passage de la

spécialisation totale des salariés qui caractérise la firme taylorienne à la polyvalence du modèle holiste permet aux entreprises de tirer parti des interdépendances productives au sein des tâches au prix d'une renonciation aux gains de spécialisation.

On considère deux types de main d'œuvre (i=1 et 2) et deux tâches (j=A et B). Il y a N_i travailleurs de type i et N_j travailleurs (temps de travail exprimé en nombre de travailleurs à plein temps) réalisant la tâche j. e_{ij} représente la productivité déployée par un individu de type i lorsqu'il se consacre à la tâche j et τ_{ij} le temps correspondant. On a :

$$\tau_{iA} + \tau_{iB} = 1 \qquad [5.53]$$

Dans l'espace des tâches, la fonction de production, notée $F(N_A,N_B)$ s'écrit :

$$\begin{aligned} Y &= F(N_A, N_B) \\ &= F(e_{1A}\tau_{1A}N_1 + e_{2A}(1-\tau_{2B})N_2, e_{1B}(1-\tau_{1A})N_1 + e_{2B}\tau_{2B}N_2) \end{aligned} \qquad [5.54]$$

On suppose que F est croissante en ses arguments, mais qu'elle croît de moins en moins vite (rendements décroissants). Dans l'espace des personnes, la fonction de production est notée $G(N_1,N_2)$ et s'écrit :

$$\begin{aligned} Y &= G(N_1, N_2) \\ &= G\left[(e_{1A}\tau_{1A} + e_{1B}(1-\tau_{1A}))N_1, (e_{2A}(1-\tau_{2B}) + e_{2B}\tau_{2B})N_2\right] \end{aligned} \qquad [5.55]$$

G a les même propriétés que F relativement à ses arguments. Au delà de l'écriture de la fonction de production, les auteurs supposent que les travailleurs de type 1 ont un avantage relatif dans la réalisation de la tâche A lorsqu'ils sont comparés aux travailleurs de type 2 ($e_{1A}/e_{1B}>e_{2A}/e_{2B}$). Comme dans les modèles où l'organisation est formalisée comme un facteur de production, ils envisagent la

possibilité d'effets d'apprentissage (ou de gains de spécialisation) : dans ce cas la productivité déployée sur une tâche croît avec le temps passé à la réaliser ($e_{ij}=e_{ij}(\tau_{ij})$, $\partial e_{ij}/\partial\tau_{ij}>0$). Enfin, ils envisagent une autre propriété, nommée la complémentarité informationnelle des tâches, qui se traduit par le fait que la productivité associée à la réalisation d'une tâche croît avec le temps passé à la réalisation d'une autre tâche ($\partial e_{ij}/\partial(1-\tau_{ij})>0$), ce qui implique un condition opposée à celle qui traduit l'effet d'apprentissage ($\partial e_{ij}/\partial\tau_{ij}<0$). Le choix de la forme organisationnelle dépend de la forme de la relation entre productivité et temps passé à différentes tâches.

La firme taylorienne exploite seulement les gains de spécialisation. Par conséquent, la fonction de production aura exactement les mêmes arguments dans l'espace des tâches et dans celui des catégories de main d'œuvre :

$$Y = F(N_A, N_B) = F(e_{1A}N_1, e_{2B}N_2) = G(e_{1A}N_1, e_{2B}N_2) \qquad [5.56]$$

La firme holiste, quant à elle, bénéficie à la fois des gains de spécialisation et des complémentarités informationnelles entre tâches. Ces derniers étant générés au détriment des gains de spécialisation. Exprimée dans l'espace de tâches et dans celui des catégories de main d'œuvre, la fonction de production aura donc des arguments différents ([5.54] et [5.55] ne se simplifient pas). Néanmoins, quelles que soient les tâches qu'ils effectuent, les salariés touchent la même rémunération liée à leur catégorie d'appartenance (1 ou 2). L'entreprise demande sur le marché une main d'œuvre de type 1 ou 2 qu'elle affecte ensuite de manière unilatérale aux tâches. Dans l'entreprise taylorienne, il y a une relation univoque entre qualité du travailleur et tâche, mais celle-ci disparaît dans l'entreprise holiste.

Contrairement au modèle de Carmichael et MacLeod (1993), les individus n'ont donc aucun moyen d'influencer les décisions d'affectation de l'entreprise par la

résistance. Le processus interne d'absorption du changement technique n'est pas décrit par Lindbeck et Snower (1996). Par contre, les firmes tayloriennes et holistes ne sont pas isolées les unes des autres par des frontières nationales étanches, elles sont en concurrence sur les mêmes marchés, ce qui endogénéise les choix d'organisation. En effet, en déterminant les valeurs de N_1, N_2, τ_{1A}, τ_{2B} (notés τ_{ii}) qui maximisent le profit (π), les entreprises choisissent implicitement leur mode d'organisation. Le programme correspondant s'écrit :

$$\begin{cases} \underset{N_j, N_2, \tau_{iA}, \tau_{iB}}{\text{Max}} \quad \pi = G(N_1, N_2) - w_1 N_1 - w_2 N_2 \\ \text{SC} \quad \tau_{iA} + \tau_{iB} = 1 \end{cases} \qquad [5.57]$$

Il conduit aux conditions du premier ordre suivante :

$$\frac{\partial \pi}{\partial N_i} = 0, \ \frac{\partial \pi}{\partial \tau_{ii}} \geq 0, \ \frac{\partial \pi}{\partial \tau_{ii}}(1 - \tau_{ii}) = 0 \qquad [5.58]$$

La première condition détermine le nombre de travailleurs de type 1 et 2 demandés, les deux autres déterminent le mode d'organisation : taylorien si $\tau_{1A}=\tau_{2B}=1$ ou $\tau_{1A}=\tau_{2B}=0$, holiste sinon. Les paramètres qui interviennent sur l'arbitrage entre modes d'organisation sont ceux qui déterminent les avantages comparatifs relatifs des deux types de main d'œuvre sur le marché du travail (e_{1A}/e_{2A} et e_{1B}/e_{2B}), ceux qui déterminent la forme de l'effet de l'activité sur l'efficacité individuelle dans la réalisation des tâches ($\partial e_{1A}/\partial \tau_{1A}$, $\partial e_{2B}/\partial \tau_{2B}$) et ceux qui déterminent la forme des complémentarités technologiques entre tâches ($\partial^2 F/\partial N_A \partial N_B, \partial^2 F/\partial N_B \partial N_A$).

Tout choc sur ces paramètres, en modifiant les complémentarités informationnelles entre les tâches que réalisent un individu et/ou les

complémentarités technologiques entre les différents segments du processus de production, incite les entreprises à basculer d'un mode d'organisation à un autre pour préserver leurs profits. Dans la partie III, nous allons voir que la composition de la population des entreprises en terme d'organisation en est affecté, ce qui influence à la fois la structure de la main d'œuvre à l'intérieur des entreprises, l'équilibre du marché du travail et la répartition.

Les modèles de Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) analysent le même type d'effet en se donnant des formes fonctionnelles spécifiques, les fonctions « O'ring » qui impliquent des complémentarités fortes entre travailleurs dans le processus de production. Le changement organisationnel n'est donc pas directement formalisé comme chez Lindbeck et Snower (1996), mais l'organisation du travail est implicite derrière les formes fonctionnelles utilisées.

La fonction de production « O'ring » s'inspire d'un des accidents de la navette Challenger. Composée de milliers de pièces, la navette a explosée en vol car la température a altéré les propriétés d'un des composants appelés « O-rings ». Un petit détail, un aspérité sur la surface d'une pièce minuscule a fait partir en fumée des millions de dollars. Derrière cet exemple, il y a l'idée qu'une toute petite défaillance peut entraîner des réactions en chaîne qui finalement altèrent la valeur du bien tout entier. Dans un produit, les pièces sont solidaires et interagissent. Un petit défaut dans une pièce modifie l'usure des pièces proches, qui affecte des pièces plus éloignées etc. Plus un bien est complexe, plus une erreur est dommageable car elle détruit un bien plus coûteux.

La fonction de production « O'ring » cherche donc à saisir l'idée que les imperfections associées au produit d'une tâche sont sources d'interdépendances entre les composants du produit final. On considère un processus de production composé

de n tâches différente. On suppose que chacune des tâches est confiée à un individu. Cette hypothèse assimile implicitement l'entreprise à une organisation taylorienne où le travail est parcellisé : chaque salarié est totalement spécialisé dans une tâche, deux salariés différents sont responsables de tâches différentes. Elle vise principalement à simplifier le problème car n représente à la fois l'effectif de l'entreprise, sa taille et la complexité du produit qu'elle fabrique. Néanmoins, lorsque les auteurs envisagent de lever cette hypothèse, c'est pour considérer que plus d'un travailleur peut être spécialisé dans une tâche donnée plutôt que pour inclure des cas où une même personne peut être responsable de tâches différentes. La référence organisationnelle sous-jacente de la fonction « O'ring », pour autant que l'on se focalise sur la division horizontale du travail, est donc bien la firme taylorienne.

La technologie sous-jacente à cette fonction est proche de celle formalisée par Camacho et Perski (1988). Il s'agit d'une technologie d'assemblage où les pièces fabriquées aux différents endroits de l'entreprise sont physiquement solidaires dans le produit final. Cependant, alors que Camacho et Perski (1988) cherchent à identifier la forme d'organisation du travail qui réduit l'interdépendance des décisions en cas de changement dans les choix de composants, le fonction « O'ring » identifie un facteur, l'erreur, qui accentue l'interdépendance en générant des effets en cascade. La probabilité que l'individu i, responsable de la tâche i, atteigne la perfection en la réalisant est notée q_i, elle est supposée indépendante de q_j pour $i \neq j$. La fonction de production s'écrit :

$$y = \left(\Pi_{i=1}^{n} q_i\right) nB \qquad [5.59]$$

où B représente la productivité moyenne d'une tâche lorsque tous les travailleurs remplissent leur fonction avec succès. Les auteurs assimilent q_i à la compétence ou à la qualité du travailleur i. Dans l'économie, la compétence est

distribuée aléatoirement le long d'un continuum prenant ses valeurs dans l'intervalle [0,1]. Contrairement aux fonctions de production traditionnelles, la fonction « O'ring » ne permet pas de substituer la quantité du travail à la qualité du travail : si l'on remplace un travailleur de compétences q par deux travailleurs de compétence q/2, on obtient une quantité d'output moindre car si un travailleur a une probabilité q de succès, deux travailleurs de compétence q/2 ont une probabilité de succès qui s'élève à q/4[97].

La forme multiplicative de la fonction « O'ring » rappelle la fonction de production récursive introduite par Beckmann (1977) qui a été présentée dans la section B. Rappelons que cette forme visait à rendre compte des interdépendances verticales au sein des hiérarchies : la qualité de l'encadrement produit par le niveau h affecte la qualité de l'encadrement produit par le niveau h-1 etc. jusqu'au niveau hiérarchique 0 qui correspond aux exécutants. Il y a donc une analogie entre les réactions en chaîne associées à la superposition verticale de différents niveaux d'encadrement dans les organisations bureaucratiques et les réactions en chaîne que provoque la solidarité horizontale des composants au sein d'un bien complexe. Le caractère multiplicatif des relations productives dans la fonction «O'ring » rappelle aussi la forme de l'erreur générée par les règles de décision à l'unanimité propres à la hiérarchie dans les modèles de Sah et Stiglitz (1985, 1986) exposés dans le chapitre IV.

Kremer (1993) fonde son interprétation de la fonction « O'ring » sur la question de l'erreur, mais il pourrait tout aussi bien l'interpréter en termes de délais.

---

[97] Avec une fonction de production récursive, Rosen (1982) aboutit à une condition très différente car le travail du manager vient homogénéiser la main d'œuvre qui s'agrège dès lors de manière linéaire dans la production effective.

En insistant sur l'erreur, il admet implicitement qu'au delà d'un seuil de qualité donné, les clients refusent le produit. Si l'on remplace la contrainte du seuil minimal de qualité par celle d'un délai de production maximal, alors l'interdépendance horizontale vient de l'inscription temporelle du processus de production. Un retard sur un tâche peut avoir des répercutions sur toutes les autres dès lors que le processus de production est séquentiel. En ce sens, la fonction « O'ring » est une formalisation de l'activité productive de la firme qui fait écho aux modèles du chapitre IV où l'organisation du système d'information vise à maîtriser la faillibilité humaine et le temps.

De plus, si au sein d'un processus de production séquentiel, on impose une tension sur les flux en éliminant la possibilité de détenir des stocks de produit intermédiaire, alors on accroît les effets de cascade lorsqu'un composant est défectueux ou lorsqu'un délai n'est pas respecté. Ceci vient tempérer l'idée que la fonction « O'ring » représente une organisation taylorienne. Elle représente une organisation ou le travail est divisé horizontalement et où il n'y a pas de dispositif organisationnel spécifique pour atténuer les interdépendances générées par la spécialisation. Par exemple, il n'y a pas de stock tampon et il y a des normes de qualité et/ou des contraintes de délais à respecter.

Kremer (1993) présente aussi un ensemble de propriétés associées à la fonction « O'ring ». Il décompose son raisonnement en trois étapes : choix du profil de compétences des salariés (q_i), choix de la technologie d'équilibre (n), endogénéisation de q_i, qui devient le produit d'un investissement dans l'éducation. Les propriétés mises en évidence à chaque étape sont ensuite reliées à un ensemble de faits stylisés empiriques.

Pour une part, ces faits sont analogues à ceux évoqués par Calvo et Wellicz (1979) et Rosen (1982). Ces auteurs ont montré qu'au sein d'une hiérarchie, les responsables les plus talentueux devaient occuper des niveaux hiérarchiques plus élevés. Ce résultat repose sur le fait que plus un responsable est élevé dans la hiérarchie, plus son travail affecte le travail d'autres salariés. Par conséquent, un responsable médiocre fera moins de tort à l'entreprise s'il occupe une position hiérarchique de rang inférieur. Kremer (1993) obtient un résultat comparable, à l'interprétation prêt : si le processus de production est séquentiel, c'est à dire, si la tâche 1 représente la première étape de fabrication du bien et la tâche n son assemblage final, alors l'entreprise a intérêt à placer les salariés les plus talentueux en aval du processus de production, c'est à dire là où une erreur est la plus dommageable car elle détruit un bien dont la fabrication est presque achevée. Il transpose aussi son raisonnement aux questions de développement : les pays pauvres, où un niveau élevé de compétence est plus rare sont spécialisés dans les secteurs primaires où la séquence productive est plus courte. De même, la fonction « O'ring », comme la fonction récursive de Calvo et Wellisz (1979) ou de Rosen (1982) peut fonder théoriquement l'asymétrie à droite de la distribution des salaires couramment observée entre salariés au sein des firmes, entre firme au sein des économies nationales et entre pays au niveau de la planète : de faibles différences dans les compétences des travailleurs peuvent conduire à des écarts de productivité et de salaire très importants. La distribution asymétrique de la taille des firmes et la corrélation entre le salaire et la taille des firmes peuvent également être dérivées de la fonction « O'ring ».

L'élément nouveau introduit par Kremer (1993) et étendu par Kremer et Maskin (1996) est le lien qu'ils établissent entre la fonction « O'ring » et la polarisation des compétences au sein des firmes. Ce lien est engendré par la prise en

considération des interactions entre travailleurs au sein des équipes de production. La fonction «O'ring » est, de fait un mélange de la fonction récursive de Beckmann (1977) et de la fonction utilisée par Becker (1981) pour décrire les mécanismes du mariage. Si l'on écrit les conditions du premier et du deuxième ordre associé à la maximisation du profit lorsque la fonction de production a la forme donnée par [5.59], on obtient, en effet :

$$\frac{\partial w(q_i)}{dq_i} = \frac{\partial y}{\partial q_i} = \prod_{j \neq i} q_j nB$$
$$\frac{\partial^2 y}{\partial q_i \partial \prod_{j \neq i} q_j} = nB > 0 \qquad [5.60]$$

La seconde condition montre que l'entreprise a tout intérêt à faire travailler ensemble des salariés ayant exactement la même compétence. A l'équilibre, les salariés de compétence identique se trouveront appariés au sein des mêmes firmes, à l'image des conjoints qui s'apparient par niveau social au travers de l'institution du mariage. Si l'on suppose que les travailleurs peuvent s'apparier parfaitement, alors les entreprises sélectionnent des salariés ayant le même niveau de compétence (dont la valeur leur est indifférente) noté q, et le salaire se forme selon la règle suivante :

$$w(q) = Bq^n + C \qquad [5.61]$$

Si l'on assimile compétence ou propension à l'erreur et qualifications, la fonction que décrit [5.59] a deux propriétés qui lui permettent de générer une ségrégation de la main d'œuvre dans les entreprises et d'expliquer les inégalités de salaire. D'un côté, qualifications sont des substituts imparfaits. Cette propriété entraîne que la distribution des qualifications au sein de l'économie affecte les salaires relatifs. De l'autre, la complémentarité entre les tâches fait que l'entreprise a

une structure de la main d'œuvre préférée : les demandes de qualifications de différents types ne sont pas indépendantes. Cette seconde propriété génère la polarisation des compétences.

Cependant, comme la fonction est symétrique en ce sens que les différentes tâches sont également sensibles aux compétences, le modèle débouche sur une ségrégation parfaite. Or d'une part, les économies ne fonctionnent pas sur un principe de ségrégation parfaite, d'autre part les analyses empiriques récentes tendent à montrer que si elle est rarement totale au niveau d'une économie toute entière, la ségrégation tend néanmoins à se développer sur la période récente. Kremer et Maskin (1996) construisent leur modèle sur des fonctions où, aux deux propriétés précédentes, s'ajoute une asymétrie de la sensibilité des tâches aux qualifications. A la fonction de production exprimée par [5.59], il substituent la forme suivante :

$$y(q,q') = qq'^{e}, \quad e > 1 \qquad [5.62]$$

où l'on se place dans le cas simplifiée d'une entreprise formée de 2 tâches confiées à deux salariés totalement spécialisés. Cette spécification est plus proche de la fonction proposée par Rosen (1982) et exprimée par [5.30], que de la spécification de Kremer (1993). On peut se représenter q' comme une tâche de supervision et q comme une tâche d'exécution. Dans un processus de production de ce type, deux forces sont à l'œuvre pour déterminer la structure des qualifications qui caractérise la firme à l'équilibre : la complémentarité entre les tâches favorise la polarisation des compétences, alors que l'asymétrie des tâches stimule la mixité des compétences. Dans la partie III, nous examinerons les implications de ces hypothèses sur l'équilibre du marché du travail.

2. Division du travail et savoir productif : deux modèles[98]

Les modèles présentés dans la section A décrivent comment l'équipe dirigeante de l'entreprise génère un savoir sur la production qui peut être assimilé à un actif intangible, stimulant un flux de revenus. Nous venons de voir que si la technologie génère des interdépendances dans l'espace des tâches, l'organisation du travail, en associant les tâches dans des postes de travail confiés à des individus, génère des interdépendances dans l'espace des facteurs de production. La question du savoir productif, qui est au cœur de la première famille de modèles, est peu présente dans la seconde, ou elle l'est de manière implicite, comme par exemple dans les « complémentarités informationnelles » évoquées par Lindbeck et Snower (1996). Nous souhaitons associer les intuitions de ces deux familles de modèles dans une formalisation unique. Notre idée centrale est que le savoir productif est au cœur de l'efficacité de l'entreprise, mais que c'est un savoir collectif, dont le contenu dépend de la forme organisationnelle de l'entreprise. Ainsi, les modèles de la section A décrivent une manière d'organiser la production de ce savoir, tandis que les modèles suivants, sans centrer leur analyse sur le savoir, proposent des formes d'organisation alternatives.

Comme nous l'avons noté dans le chapitre II, un certain nombre d'auteurs ont souligné les liens entre la division du travail et la production du savoir. Ce thème est très présent chez les auteurs classiques dans leur description de la manufacture et du machinisme. Aujourd'hui, il occupe une place croissante dans les théories évolutionnistes.

---

[98] Ces deux modèles sont le fruit d'un travail en équipe. Le premier a été construit avec Dominique Guellec et a conduit à une publication en 1994 dans la revue *Industrial and Corporate Change*, intitulée « Coordination within the Firm and Endogenous Growth » (Vol. 3, N°1, p. 176-197). Le second résulte d'une collaboration avec

Dans le cadre de la théorie standard, Arrow a approfondi l'analyse de ce lien. Il distingue deux manières de produire du savoir : le développement d'une activité de recherche spécialisée et la spécialisation des postes de travail (Arrow, 1965). Cette seconde forme génère un apprentissage par la pratique (« learning by doing ») car en répétant l'exécution d'une tâche, on accumule de l'information qui permet de mieux travailler (Arrow, 1962). Il est un des premiers à formaliser dans une fonction l'idée que le savoir est une sorte de facteur de production. La recherche diffère de l'apprentissage par la pratique car la première fabrique beaucoup de savoir et peu d'inputs alors que le second fabrique beaucoup d'input et peu de savoir (Vahabi, 1997). En ce sens, Arrow rejoint les classiques en proposant une vision d'un savoir dont la source n'est pas localisée en un seul point de l'entreprise (les dirigeants), mais diffuse.

Toujours dans un cadre standard, Becker et Murphy (1992) revisitent les idées de Adam Smith sur la spécialisation en montrant que la taille du marché n'est pas le seul facteur qui vient limiter ses effets sur l'accroissement des richesses. Les coûts de coordination sont un autre facteur dont il faut tenir compte. Les auteurs sont peu explicites sur le contenu de ces coûts, ils évoquent pêle-mêle les conflits de type principal/agent, les problèmes de «hold-up », les difficultés de communication, les autres coûts associés au fait de combiner des travailleurs spécialisés dans des équipes productives et les coûts liés au fonctionnement du marché. Cet inventaire fait donc essentiellement référence aux théories des incitations.

Ils proposent une formalisation où le degré général de savoir disponible dans l'économie et la spécialisation se renforcent comme moteurs de la croissance. Un

---

Eve Caroli et Dominique Guellec. Il a donné lieu, en 1997, à un document de travail du CEPREMAP, intitulé « Organisational Change and Human Capital Accumulation », N°9719.

savoir technologique collectif plus grand permet de réduire le segment de tâche sur lequel chaque salarié est spécialisé, ce qui favorise l'apprentissage qui vient accroître la productivité par tête. Investissements en savoir général et spécifique sont complémentaires et se relaient pour alimenter la croissance. Contrairement aux ressources épuisables, le savoir n'est pas fini, il peut s'accumuler indéfiniment. C'est le savoir incorporé en une personne qui est fini, car la rationalité est limitée. Comme nous l'avons souligné dans le chapitre II, la division du travail est un moyen qui permet de dépasser cette limite.

La manière dont nous allons formaliser la production reprend ces intuitions issues de modèles standards, en y ajoutant une dimension organisationnelle. Nous partons d'une représentation de la production ou trois espaces sont articulés : l'espace des tâches, l'espace des facteurs de production, et l'espace des services des facteurs de production. Dans les deux modèles proposés, nous raisonnons avec un seul facteur de production, qui est supposé homogène dans notre premier modèle, hétérogène dans le second.

Nous distinguons deux familles élémentaires de tâches, les tâches de conception et les tâches d'exécution, ainsi que deux types de services associés au facteur travail, la mise à disposition de matière grise et d'énergie physique. Les tâches de conception utilisent de la matière grise et produisent du savoir productif, les tâches d'exécution canalisent de l'énergie physique vers des activités de production directe de biens et de services. Le savoir productif intervient dans la production directe puisqu'il détermine le contour et le contenu des tâches d'exécution. Il joue donc un rôle de produit intermédiaire ou de facteur de production latent.

La nécessité de mobilisation d'un savoir technologique spécifique dans les activités productives vient de ce que les conditions précises de production ne sont jamais parfaitement connues *a priori* car la rationalité individuelle est limitée : personne dans l'entreprise ne peut connaître *a priori* tous les éléments de contexte dans lesquels se déroule la production. C'est l'apprentissage par la pratique qui révèle ces éléments de contexte inconnus au départ et qui les cristallise dans un savoir technologique.

Nous proposons deux manières polaires d'organiser la production du savoir technologique. Elles diffèrent dans la manière dont les tâches de conception et d'exécution sont partagées au sein du collectif de travailleur. Comme la séparation de ces tâches définit ce que nous avons appelé la division verticale du travail, nous allons désigner nos deux formes polaires d'organisation par modèle centralisé (C) et modèle décentralisé (D). Mais on aurait aussi pu faire référence aux modèles « occidental » et « japonais » ou aux modèles « taylorien » et « holiste ».

L'avantage de l'appellation choisie est qu'elle est étroitement liée à la formalisation proposée sans nécessiter un recours implicite à des hypothèses supplémentaires sur les structures organisationnelles dominantes au sein des pays, ou ce sur ce qui fait le trait dominant de modèles largement discutés par ailleurs. Le modèle centralisé est décrit comme tel car les activités de fabrication de savoir sont au main d'un petit nombre de travailleurs spécialisés, alors qu'inversement, dans le modèle décentralisé, tous les travailleurs contribuent à la conception des tâches directement productives. La centralisation (respectivement décentralisation) fait donc référence à la concentration (respectivement dissémination) du savoir technologique dans l'entreprise. Cette répartition est corrélée avec celle du pouvoir de décision : connaître les règles, procédures, normes, principes d'action, problèmes et contraintes qui animent le processus de production permet d'avoir autant de clefs pour maîtriser

ce processus plutôt que de le subir. La dimension de l'organisation du travail effectivement formalisée dans ce modèle est donc l'autonomie des travailleurs directs. Dans le modèle centralisé, ces travailleurs sont sous l'autorité hiérarchique des travailleurs spécialisés dans la conception, alors que dans le modèle décentralisé, il prennent, de manière autonome, des décisions concernant le déroulement des activités directement productives.

Nos deux modèles affinent des questions différentes liées aux formes de mobilisation du savoir technologique. En supposant la main d'œuvre homogène nous analysons les conséquences du choix de la forme d'organisation de l'apprentissage sur le contenu du savoir technologique produit et sur la forme des coûts de coordination. Contrairement à Becker et Murphy (1992), nous formalisons des coûts de coordination sans faire référence à un éventuel opportunisme des travailleurs que nous supposons parfaitement loyaux et coopératifs. Nous sommes aussi amené à examiner deux autres dimensions de l'organisation du travail : la standardisation et la communication. L'introduction de l'hétérogénéité de la main d'œuvre conduit à renoncer à une formalisation fine du processus d'apprentissage, mais en revanche, elle permet d'aborder le processus selon lequel l'entreprise définit le contenu des postes de travail et les apparie à des compétences produites par le système éducatif. Ces deux modèles proposent des interprétations différentes, mais complémentaires à la diffusion des nouvelles formes d'organisation du travail et permettent d'examiner les effets de ces changements sur la croissance pour le premier, sur la polarisation des qualifications au sein des entreprises et la répartition pour le second. Ces aspects ne seront pas exposés ici, mais dans la partie III.

a) Un modèle avec main d'œuvre homogène

(1) La dimension collective de l'apprentissage par la pratique

Lorsque Arrow (1962) décrit le processus d'apprentissage par la pratique (« learning by doing »), il utilise une forme réduite, une fonction de production avec des rendements d'échelle croissants ou un coût unitaire décroissant. Il appuie cette forme réduite sur des observations empiriques, mais il n'en explore pas les mécanismes sous-jacents. Cela revient implicitement à considérer l'apprentissage comme un produit fatal de la pratique, déterminé par des paramètres technologiques. L'apprentissage serait en quelque sorte imposé de l'extérieur aux individus. Les études de cas ne semblent pas confirmer cette vision des choses. L'apprentissage apparaît plutôt comme une activité consciente à laquelle des ressources sont allouées, notamment du temps : les entreprises font des expériences, testent différentes manières de produire, cherchent à améliorer sans cesse à la marge leurs activités productives. En ce sens, il semble nécessaire d'endogénéiser l'apprentissage. Nous allons montrer que les formes réduites traditionnellement utilisées pour le représenter en sont affectées : les paramètres qui reflètent l'activité d'apprentissage dans la fonction de production résultent d'un comportement économique.

Dans l'exemple de la manufacture d'épingle, Adam Smith souligne la nature individuelle de l'apprentissage : un travailleur qui répète fréquemment la même tâche accroît la vitesse et la précision de son geste. Mais l'apprentissage a aussi une dimension collective : la productivité d'un travailleur est en partie déterminée par le savoir technologique détenu par ses collègues dans l'entreprise. La division du travail, l'allocation des travailleurs aux tâches, les procédures d'intervention en cas de panne, les règles de sécurité sont autant de dispositifs, issus du processus d'apprentissage, qui cristallisent des connaissances dont tous les travailleurs bénéficient.

Dans la tradition néoclassique, le savoir est considéré comme un bien publique pur, dont l'usage et la communication n'est pas coûteux. Une formule mathématique, par exemple, présente cette caractéristique. Cette conception a ensuite été étendue à la technologie : le design d'un bien aurait les même propriétés de transparence qu'une formule mathématique car il peut se ramener à un ensemble de schémas et de formules. La possibilité de partager sans limite le savoir technologique permet d'assimiler les dépenses de recherche à un coût fixe (l'extension de l'usage d'une technologie ne génère pas de coût supplémentaire), source de rendements d'échelle croissants. Romer (1990) voit dans ce processus la source de la croissance économique de long terme. Mais s'il est pertinent de considérer que le savoir scientifique fondamental a valeur de bien public, il est plus difficile d'adopter cette hypothèse pour le savoir issu de l'apprentissage par la pratique. Celui-ci a une nature de bien public local plutôt que de bien public pur. On retrouve l'hypothèse exposée par Eliasson (1990) sur le savoir constitutif de la compétence de l'équipe de direction. Une première raison de la nature locale du savoir issu de l'apprentissage par la pratique est le lien étroit qui l'unit aux conditions caractérisant l'environnement concret dans lequel se déroule l'activité productive : le périmètre de pertinence de ce savoir est essentiellement local (Stiglitz, 1987).

Les coûts de communication représentent un second facteur qui rend plus local le savoir résultant de l'apprentissage par la pratique. Comme nous l'avons noté dans le chapitre II, ils prennent de nombreuses formes, qui ont été partiellement explorées dans les chapitres III et IV. La rationalité limitée des individus ajoute du bruit et/ou des biais dans les informations qui circulent. La communication prend du temps, qui est une ressource rare, impliquant des arbitrages entre qualité de l'information et délai de communication. De plus, l'information communiquée doit être codifiée, de manière à être diffusée dans une langue commune au plus grand nombre de

personnes concernées. Parfois, le coût de codification est tellement prohibitif que les connaissances demeurent tacites : acquises par expérience, elles ne peuvent qu'être transférées par démonstration (Dosi, 1988). Du fait qu'il naît de la pratique, l'apprentissage produit des connaissances qui ont de fortes chances d'être plus difficile à codifier que des connaissances issues d'une activité scientifique à proprement parler.

(2) La coordination de l'apprentissage par la pratique

Ainsi, l'on suppose que la technologie est progressivement maîtrisée par l'apprentissage par la pratique. La productivité d'une technologie n'est donc pas parfaitement connue *ex ante.* Le manuel d'utilisation d'une machine explique son fonctionnement théorique. La meilleure manière de s'en servir dans le contexte local de production, c'est à dire sachant que la température atteint tel niveau, que la main d'œuvre a une taille moyenne de tant, que la matière première aura telles propriétés etc., n'est pas indiquée dans les manuels et doit être découverte. Le modèle d'Otani (1996) que nous avons présenté dans la section A, formalise un processus de ce type, où le chef d'entreprise est supposé découvrir combien de travailleurs doivent être affectés à une machine en les testant lui-même pendant une période d'apprentissage. Ces difficultés concernent aussi les produits. Le service de R&D théorise la bonne manière d'assembler les pièces d'un produit, mais en pratique, il est fréquent que la théorie ne marche pas et doivent être amendée. Par exemple, il est difficile de prévoir si la position que le travailleur doit prendre pour monter une pièce est ou non ergonomique. Les cas où l'assemblage doit être fait en aveugle ou en se contorsionnant sont bien souvent découverts dans l'atelier lorsque les plans sont mis à exécution, plutôt que dans les services de développement.

Nous souhaitons modéliser deux manières polaires (centralisée et décentralisée) de mobiliser les connaissances qui permettant de maîtriser la technologie et non pas une seule comme ce qui est suggéré dans les modèles de la section A. Dans le modèle centralisé, le savoir productif est construit par observation. En effet, la firme affecte sa main d'œuvre à deux tâches différentes : la collecte et le traitement de l'information sur la technologie (tâche de conception) et la production directe (tâches d'exécution). Les travailleurs spécialisés dans la conception élaborent la connaissance de l'interaction entre le fonctionnement théorique des machines ou le design des biens et les conditions locales de production. Ils confrontent leur observation du travail des producteurs directs et les plans qu'ils reçoivent d'un service de R&D interne ou de l'extérieur. L'apprentissage par la pratique est donc indirect car les travailleurs qui font l'expérience directe de la production ne participent pas à la construction du savoir produire, ou seulement de manière passive. Une fois que l'information a été collectée, elle est traitée par les spécialistes de la conception, la coordination de la production suit une logique hiérarchique : ces mêmes spécialistes décident unilatéralement du «qui fait quoi comment où» et les travailleurs directs appliquent les consignes strictement. L'autorité des concepteurs vient du savoir et des compétences techniques qu'ils ont développé grâce à leur spécialisation. Le modèle est dit « centralisé » car le savoir technologique et le pouvoir de décision est concentré sur une partie seulement de la main d'œuvre qui, dès lors, occupe une position hiérarchique. Les producteurs directs sont des exécutants, ils ne décident pas. Cette présentation schématique est proche de celle proposée par Braverman (1974) et Marglin (1974) pour décrire l'entreprise capitaliste. Elle souligne un trait central de l'organisation scientifique du travail proposée par Taylor (1911).

A l'opposé, dans le modèle décentralisé, l'apprentissage par la pratique est direct. On demande à tous les travailleurs de participer à la fois aux tâches d'exécution et aux tâches de conception en extrapolant leur expérience propre : au fur et à mesure où ils produisent, les travailleurs doivent noter ce qui arrive et penser aux solutions qui permettent d'améliorer continûment le processus de production. L'atelier fonctionne comme une équipe de production où les travailleurs partagent leurs expériences et cherchent collectivement, au moyen d'interactions bilatérales ou de réunions, le bon usage de la technologie. Dans le modèle décentralisé, un travailleur participant à la production directe apprend au travers de sa pratique et de la pratique des autres travailleurs alors que dans le modèle centralisé, il est exclu du processus (formel) d'apprentissage. Comme chacun décide de manière décentralisée en s'appuyant sur les informations partagées avec les collègues, il n'y a pas de relation d'autorité dans l'entreprise et le pouvoir de décision est disséminé.

Le fonctionnement en équipes de production autonomes qui s'est diffusé dans un grand nombre de secteurs au cours des années 90 peut faire penser au modèle décentralisé. Ces équipes s'inspirent du modèle industriel japonais tel qu'il a été décrit dans les ouvrages de management des années 80, rédigés alors que le Japon semblait devenir une des grandes puissances économiques mondiales grâce à la force de son industrie sur les marché extérieurs. Dans le discours managérial, les dispositifs de ce type sont d'ailleurs bien souvent présentés comme une décentralisation renforçant le pouvoir de décision des travailleurs qui se trouvent au plus proche de l'information sur la technologie.

Nous avons noté dans le chapitre I la nature ambiguë de ces transformations, alliant à la fois une autonomie accrue et un contrôle accru. L'interprétation en terme de partage du pouvoir doit donc être prudente dès lors que l'on décrit les formes d'organisation telles qu'elles sont concrètement adoptées par les entreprises. Si les

formes réelles d'organisation s'éloignent de la théorie, c'est parce que le lien entre savoir est pouvoir n'est qu'en partie analysé dans ces modèles où les travailleurs sont supposés d'emblée coopératifs. Mais comme nous l'avons souligné dans le chapitre II les théories conflictuelles de la firme sont elles aussi insuffisantes car elles ne parviennent pas à intégrer le fait que le savoir est une ressource productive et que des informations détenues par les individus peuvent aussi être versées dans un pot commun pour former un savoir collectif.

Notre modèle théorique vise avant tout à soulever les problèmes de coordination associés aux deux modèles. Nous allons montrer que l'organisation de l'apprentissage influence le contenu du savoir productif. Le savoir construit dans le modèle centralisé est plus proche d'un savoir scientifique car il est codifié, mais sa pertinence est locale, inscrite dans les frontières de l'entreprise. Dans le modèle décentralisé, le savoir est « brut » et incorpore des connaissances qui sont restées tacites. En choisissant son organisation interne, l'entreprise arbitre donc entre les deux formes de savoir en fonction de leur efficacité relative.

Dans le modèle C, les concepteurs observent, construisent une théorie, puis prennent des décisions qu'ils doivent être capables de transmettre aux travailleurs directs avec le moins d'ambiguïté possible. Les décisions sont donc traduites dans une forme codifiée et rigoureuse qui doit être comprise par quelqu'un qui n'a pas de vision globale du processus productif. Elles vont être transmises sous la forme de consignes formalisées, prenant la forme de règles précises, de standards ou de normes techniques, ou encore elles seront incorporées dans des machines qui imposeront le rythme de production choisi, les caractéristiques des pièces, etc. Nous allons désigner par le terme « standard » toute forme de consigne formalisée issue du travail des concepteurs. La construction d'un standard est coûteuse car elle implique un travail d'abstraction à partir d'une quantité importante d'information qui peut être

disséminée tout au long du processus de production. Mais c'est une forme d'investissement pour l'entreprise : un fois qu'il a été construit, un standard peut être plus largement appliqué sans qu'il soit nécessaire de supporter un coût supplémentaire. La dimension de bien public local d'un standard a cependant un désavantage : il ne tient compte que d'une partie des conditions locales de la production car il est trop général pour intégrer des opérations très spécifiques (le travailleur X a une coupure au doigt) ou des pannes rares (un défaut d'aspérité de la pièce O'ring liée à un courant d'air froid lorsque la porte Z s'ouvre et se ferme).

Comme le coût d'un standard est indépendant du nombre de personnes qui l'utilisent, il est considéré comme fixe. Ce coût est le temps, noté u_c, que les travailleurs spécialistes de la conception ont passé pour le produire. La contrepartie du coût élevé de fabrication d'un standard est le coût faible nécessaire à sa communication. On suppose, pour simplifier, que ce coût est nul. Le coût total associé à la production et à la communication de m standards est donné par :

$$C_C(m) = mu_C \qquad [5.63]$$

Dans le modèle décentralisé, en revanche, le savoir productif est composé d'informations locales faiblement codifiées ou tacites. En contrepartie, lorsqu'un travailleur se trouve confronté à un incident, il intervient directement, ce qui lui permet de réagir plus vite que dans le modèle C où l'information doit être perçue par le concepteur, puis traitée et retransmise sous forme de consigne. Dès lors, si l'on mesure les connaissances en unités efficientes pour être à même de comparer les deux modèles en dépit des différences dans les formes de savoir mobilisé, on peut supposer qu'une unité efficiente de connaissance est moins coûteuse à produire dans le modèle D que dans le modèle C. Cette condition s'écrit :

$$u_c > u_d \qquad [5.64]$$

La mesure de l'information dérive de la fonction de production : on considère qu'un standard et une connaissance locale représentent un même nombre d'unités efficientes lorsqu'elles contribuent à même hauteur à la productivité de l'entreprise. Par conséquent, une unité efficiente de connaissance est une quantité de connaissances locales qui génère le même niveau de productivité qu'un standard. Notons qu'u_d est une fraction de temps que tous les travailleurs affectent à l'apprentissage par la pratique alors que u_c est issu du travail a plein temps effectué par les salariés spécialisés dans les activités de conception.

Fabriquer des connaissances locales est peu coûteux, mais les utiliser pour résoudre des problèmes généraux qui apparaissent simultanément en différents points du processus de production est, en revanche, coûteux : des solutions similaires seront inventées plusieurs fois car les solutions déjà implémentées prennent une forme trop « locale » pour être comprises dans des lieux un tant soit peu « distants » de ceux où elles ont été inventées. Si une solution générale est découverte, alors de nombreux canaux de communication devront être ouverts pour que la totalité de l'atelier se l'approprie et les échanges prendront du temps car les connaissances sont faiblement codifiées. Par exemple, il sera nécessaire de programmer une réunion pour qu'au travers de la discussion collective, un consensus se dégage sur la manière d'appréhender et de résoudre le problème rencontré. On suppose donc que le coût de communication d'une connaissance locale est élevé et croît avec le nombre de travailleurs impliqués dans l'adoption de la solution technique sous-jacente. Le coût global de m unités efficientes d'information dans le modèle décentralisé s'écrit :

$$C_d(m) = m u_d n^{\gamma}, \quad 0 < \gamma < 1 \qquad [5.65]$$

où n est le nombre de travailleurs dans l'entreprise décentralisée et γ un paramètre qui représente la difficulté à communiquer. Le coût de communication croît avec n, mais γ est inférieur à 1 pour éviter des rendements d'échelle trop décroissants qui conduiraient, nous allons le voir, à une fonction de production peu réaliste.

La fonction de production de la firme a le savoir technologique, m, comme argument. Ce savoir est un produit intermédiaire, issu du travail intellectuel produit par des spécialistes dans le modèle C, par les travailleurs directs dans le modèle D. dans les deux cas, le temps passé à l'apprentissage par la pratique n'est pas un temps directement productif. La fonction de production s'écrit donc :

$$y_j = m^{\alpha}(n - C_j(m)) \quad 0 < \alpha < 1,\ j = c,d \qquad [5.66]$$

La production dépend de la quantité de savoir (m) avec une élasticité inférieure à 1. Cette hypothèse vient de deux mécanismes. Quand le savoir prend la forme d'un standard, l'information la plus pertinente sera traitée en premier. Par conséquent, l'efficacité marginale des standards aura tendance à décroître au fur et à mesure de leur accumulation. D'un autre côté, lorsque le savoir est construit au moyen d'interactions directes dans l'atelier, la redondance a de fortes chances d'augmenter avec la quantité de connaissances en circulation. La production dépend aussi de l'énergie physique investie dans le travail direct, qui correspond au temps de travail de la main d'œuvre, une fois défalqué le temps affecté à la construction du savoir technologique. On suppose que le temps de production directe intervient dans la fonction avec une élasticité unitaire : pour une quantité de savoir technologique donné, la production est multipliée par « x » si le temps de travail direct augmente d'autant.

Le premier calcul de la firme est de choisir l'allocation optimale du temps de travail total entre travail de conception et travail d'exécution, pour un nombre n de travailleurs donné. On suppose donc que la variable de contrôle est la quantité de savoir qui entre comme un facteur latent dans la fonction de production. On examine la situation d'une firme isolée qui produit un bien dans un cadre statique. Comme on considère dans cette première étape que le prix du produit, le salaire et la main d'œuvre sont donnés, maximiser le profit revient à maximiser la production : l'entreprise se positionne sur la frontière de son domaine de production. La quantité optimale de savoir est celle pour laquelle la dérivée de [5.66] par rapport à m s'annule. En tenant compte de la forme du coût de m, relatif au modèle organisationnel, donné par [5.63] et [5.65], on obtient :

$$\begin{aligned} m_c^* &= \frac{\alpha}{(1+\alpha)u_c} n \\ m_d^* &= \frac{\alpha}{(1+\alpha)u_d} n^{1-\gamma} \end{aligned} \qquad [5.67]$$

On s'appuyant sur les équations [5.63], [5.65], [5.66] et [5.67], on obtient, pour la fonction de production, les formes réduites suivantes :

$$\begin{aligned} y_c &= \beta_c n^{\alpha_c} \\ y_d &= \beta_d n^{\alpha_d} \end{aligned} \qquad [5.68]$$

où :

$$\begin{aligned} \alpha_c &= 1+\alpha \\ \alpha_d &= 1+\alpha(1-\gamma) \end{aligned} \qquad [5.69]$$

et :

$$\beta_c = \left(\frac{\alpha}{(1+\alpha)u_c}\right)^{\alpha} \frac{1}{1+\alpha}$$
$$\beta_d = \left(\frac{\alpha}{(1+\alpha)u_d}\right)^{\alpha} \frac{1}{1+\alpha} \qquad [5.70]$$

Cette expression analytique de la fonction de production rejoint les modèles d'apprentissage par la pratique (Stiglitz, 1987), tout en étant explicitement liées à une description formelle de la manière dont se déroule l'apprentissage. Notons que puisque le coût du savoir technologique par unité de travail est indépendant de la quantité de main d'œuvre participant à la production, les paramètres de la fonction de production sont indépendants de n. Ceci justifie le fait que la minimisation du coût du savoir et du coût du travail se fasse dans deux étapes séparées. Dans la seconde étape, lorsque la firme choisit n, le calcul d'optimisation peut s'appuyer directement sur la forme réduite exprimée par [5.68], en faisant abstraction des paramètres structurels et des variables comme m. Qui plus est, comme $u_c > u_d$ et $0<\alpha<1$, on a :

$$1 < \alpha_d < \alpha_c$$
$$\beta_c < \beta_d \qquad [5.71]$$

La première inégalité indique que les deux modes de coordination présentent des rendements croissants, qui viennent du coût fixe associé avec la production du savoir technologique. Les rendements d'échelle sont plus élevés dans le modèle C que dans le modèle D car la centralisation permet d'éviter les redondances dans le recueil et le traitement de l'information tandis que le coût de communication ne croît pas avec le nombre de travailleurs. La seconde inégalité indique cependant que le modèle D peut rattraper le modèle C en terme de productivité quand le collectif de travailleur est de petite taille : dans ce cas, la faiblesse du coût de production du

savoir compense son coût de communication. Il existe donc une valeur seuil de n (notée n^s) au delà de laquelle un changement dans l'efficience relative des deux modèles advient : le modèle décentralisé devient plus efficace que le modèle centralisé. Ce seuil s'écrit :

$$n^s = \left(\frac{\beta_c}{\beta_d}\right)^{\frac{1}{\alpha_c - \alpha_d}} \qquad [5.72]$$

Sa détermination est représentée dans le graphique 5.1.

[Insérer graphique 5.1]

Le changement organisationnel vient donc d'un arbitrage entre efficience globale et locale, entre économie d'échelle et flexibilité, entre capacité à gérer des grandes ou des petites séries. Contrairement aux modèles traditionnels d'apprentissage par la pratique, c'est la taille du collectif de travailleurs et non les quantités produites qui est la variable clef. Ceci est cohérent avec notre cadre analytique où le coût de coordination est lié notamment aux problèmes de communication au sein d'un groupe d'individu.

Si l'on suppose que les firmes sont parfaitement informées sur les deux modes d'organisation, et qu'il n'y a pas de coût à changer les principes de construction du savoir technologique, alors la firme choisira le modèle en fonction de sa taille : elle sera centralisée si le collectif de travailleur impliqué dans la production du bien unique est grand, décentralisée si il est petit. Si l'on suppose que la différenciation croissante des produits qui a marqué les économies développées sur les vingt dernières années, réduit la taille des collectifs de travailleurs responsables d'un produit, alors elle peut être un moteur du changement organisationnel. Nous

examinerons un mécanisme de ce type dans la partie III en plongeant notre modèle d'organisation dans un cadre emprunté aux théories de la croissance endogène.

Notons que ce résultat s'articule bien avec le point de vue des incitations si l'on considère que les coûts d'encadrement et de contrôle présentent les même caractéristiques que les coûts de communication. Dans le modèle C, où les tâches d'exécution sont précisément définies, la productivité d'un travailleur se mesure simplement : un même « principal » (le contremaître) peut contrôler un grand nombre de travailleurs. Inversement , dans le modèle D, l'observation de l'effort est complexe car le temps de travail est composite : si le travail direct d'un individu apparaît relâché, cela n'est pas forcément synonyme de tricherie, ce travailleur peut être tout simplement en train de se concentrer sur la recherche d'une solution à un problème qu'il vient de rencontrer. Pour établir de manière fiable la contribution de chacun à la production, en terme de réflexion et d'énergie physique, le principal ne peut encadrer qu'un petit nombre de travailleurs. La logique des coûts de communication et la logique du contrôle conduisent à des conclusions proches en terme d'influence de la taille du collectif de travailleur sur la forme efficiente d'organisation de l'apprentissage par la pratique.

Nous allons à présent élargir la perspective de l'organisation du travail adoptée en abandonnant l'hypothèse d'homogénéité de la main d'œuvre.

b) Un modèle avec main d'œuvre hétérogène.

Dans notre modèle à main d'œuvre homogène, nous avons construit une « nano-théorie » de l'apprentissage par la pratique. En introduisant de l'hétérogénéité dans le facteur travail, nous allons renoncer à une formalisation aussi précise de la manière dont les informations se transforment en savoir productif, pour explorer comment l'exploitation des avantages comparatifs de deux catégories de main

d'œuvre dans la réalisation de tâches de conception et d'exécution conduit à des arbitrages qui influencent les choix organisationnels de l'entreprise. Comme les deux catégories de main d'œuvre diffèrent par leur niveau d'éducation général, nous allons montrer en quoi l'expansion scolaire qui a marqué les économies développées est un autre facteur explicatif de la diffusion de nouvelles formes d'organisation au sein des entreprises. Cette modélisation permet de proposer une explication organisationnelle à deux faits stylisés importants dans le débat économique des années 90 : la polarisation des qualifications au sein des entreprises et le développement des inégalités de salaire.

(1) Conception, exécution et qualifications

Les modèles de Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) que nous avons présenté dans la section 2 fournissent des outils théoriques pour aborder ces questions et les relier au développement du niveau général d'éducation. Néanmoins, ils ne modélisent pas le changement organisationnel. Les changements de productivité qui affectent les salaires relatifs de la main d'œuvre qualifiée dérivent d'un choc exogène sur les paramètres de la fonction de production spécifique, de type O'ring, qu'ils considèrent.

Quant au modèle de Lindbeck et Snower (1996), également présenté dans la section 2, nous avons vu qu'il modélise le changement organisationnel et le relie à la question du développement des inégalités de salaire. Le changement organisationnel formalisé est assez proche de celui que nous allons proposer : des firmes tayloriennes d'un côté spécialisent les travailleurs sur certaines tâches tandis que de l'autre, des firmes holistes imposent la polyvalence. Mais Lindbeck et Snower (1996) ne rentrent pas dans la description du contenu des tâches et ne relient pas la nature de la tâche et la qualification du travailleur. Outre les liens que nous avons déjà tracé dans le

modèle à main d'œuvre homogène entre l'espace des tâches (conception, exécution) et l'espace des services des facteurs (savoir technologique, énergie physique), nous allons élaborer le lien qui unit espace des tâches et espace des qualifications. De fait, le modèle de Lindbeck et Snower décrit plutôt des changements affectant la division horizontale du travail, alors que nous nous concentrons sur la division verticale du travail.

Nous avons souligné que la fonction multiplicative de Kremer (1993) pouvait être vue comme la version horizontale de la fonction récursive de Beckmann (1977) conçue pour représenter la division verticale du travail. Le modèle que nous proposons peut être vu comme la transposition verticale du problème formulé par Lindbeck et Snower (1996) pour la division horizontale du travail. Beckmann (1977) analyse les interdépendances verticales générées par la supervision et le contrôle hiérarchique, qui sont analogues aux interdépendances horizontales générées par la tension des flux et la qualité totale que Kremer (1993) formalise. Lindbeck et Snower (1996) examinent l'articulation horizontale entre l'espace des tâches et l'espace des facteurs induite par la polyvalence, qui est analogue à l'articulation verticale de ces mêmes espaces dans un contexte d'autonomie des salariés. Autrement dit, l'autonomie est une polyvalence verticale.

Notre économie est composée de deux types de travailleurs : ceux qui sont passés par le système scolaire général, pour être plus précis, les bacheliers, et les autres. On suppose que l'éducation secondaire consolide les acquis du primaire en permettant la maîtrise de la lecture, de l'écriture et du calcul, et en développant des compétences de synthèse, d'analyse et d'argumentation. Les bacheliers sont appelés « travailleurs qualifiés », les autres « travailleurs non qualifiés ». Notre définition de la qualification est donc restrictive car étroitement associée au savoir formel transmis par le système scolaire.

Comme dans notre modèle précédant, le processus de production est composé de tâches de conception et de tâches d'exécution. Les premières utilisent de la matière grise et génèrent du savoir technologique qui contribue à produire le bien final, en association avec le travail direct issu de l'énergie physique investie dans les tâches d'exécution. Tout comme dans le modèle précédent, le processus de production peut être représenté comme une combinaison de savoir (m) et de travail direct, notée e :

$$y = Am^{\alpha}e^{1-\alpha} \qquad [5.73]$$

où y représente le volume de l'output et A un paramètre de progrès technique que nous allons supposer constant. Notons que cette forme est très proche de l'équation [5.66] utilisée dans le modèle précédent, dès lors que l'on considère que A est égal à 1 est que e est égal à $n\text{-}C_j(m)$. La seule différence est dans l'élasticité supposée du travail direct : dans le modèle précédent, elle était unitaire, alors qu'ici elle est égale à $1\text{-}\alpha$. Cette hypothèse simplificatrice permet d'imposer des rendements constants à l'activité productive.

Examinons à présent les avantages comparatifs de la main d'œuvre qualifiée (q) et non qualifiée (u) dans la réalisation des deux tâches constitutives du processus de production. Tout d'abord, on suppose que les travailleurs qualifiées sont plus productifs que les travailleurs non qualifiés dans les activités de conception et d'exécution. Si δ et γ représentent respectivement la productivité d'un travailleur dans les tâches de conception et dans les tâches d'exécution, cette première hypothèse s'écrit :

$$\begin{aligned} \delta^{q} &> \delta^{u} \\ \gamma^{q} &> \gamma^{u} \end{aligned} \qquad [5.74]$$

La première inégalité traduit l'idée que l'éducation générale développe la capacité à analyser des ensembles complexes d'informations et à tirer des conclusions synthétiques d'une séquence nouvelle de signaux émis dans les activités productive. La capacité qu'ont les travailleurs qualifiés à concevoir et adapter un plan de production, aussi bien que le contenu d'une tâche est donc plus développée que celle des travailleurs non qualifiée. La seconde inégalité est liée à la première. On suppose qu'en étant plus apte à analyser le contenu des tâches d'exécution et à les positionner au sein du processus global de production, les travailleurs qualifiés sont aussi plus performant dans les activités de production directe. Néanmoins, on suppose que l'écart de productivité entre travailleurs qualifiés et non qualifiés est plus grand dans les tâches de conception que dans les tâches d'exécution. Si les travailleurs qualifiés ont un avantage absolu dans les deux catégories de tâches, les travailleurs non qualifiés ont un avantage relatif dans les tâches d'exécution. Formellement, cela s'écrit :

$$\frac{\delta^q}{\delta^u} > \frac{\gamma^q}{\gamma^u} \qquad [5.75]$$

On définit l'organisation du travail comme une allocation des deux types de travailleurs entre les tâches de conception et d'exécution. Comme dans notre modèle à main d'œuvre homogène, la production peut être organisée de deux manières : soit les travailleurs sont spécialisés dans la conception ou dans l'exécution, soit ils partagent leur temps entre ces deux activités. Dans le modèle centralisés (C), la totalité du temps d'un travailleur sera affecté à une tâche en fonction de sa qualification, alors que dans le modèle décentralisé (D), où la main d'œuvre est autonome, la qualification ne détermine pas le profil du poste de travail. Il y a donc,

comme chez Lindbeck et Snower (1996) une rupture du lien entre l'espace des tâches et l'espace des personnes dans le modèle décentralisé, comparé au modèle centralisé.

(2) L'appariement entre qualifications et postes de travail

Dans le modèle C, la combinaison du savoir et du travail direct décrite par [5.73] se réalise au niveau de l'entreprise. Comme dans le modèle à main d'œuvre homogène, les travailleurs sont soit des concepteurs à plein temps, soit des opérationnels à plein temps. Les concepteurs décident du contenu des tâches et des plans de production et encadrent leur mise en application. Ce sont à la fois des experts et des responsables hiérarchiques. Les exécutants sont responsables de la production directe : ils investissent leur énergie physique et leur habileté dans la mise en œuvre des consignes inventées par les concepteurs.

Chaque travailleur est spécialisé dans l'activité où il a le plus grand avantage comparatif. Ainsi, les travailleurs qualifiés sont des concepteurs et les travailleurs non qualifiés des exécutants. On peut discuter du fait, qu'en certaines circonstance et en dépit des avantages comparatifs des travailleurs dans la réalisation des tâches, l'entreprise peut avoir intérêt à la mixité des tâches avec des travailleurs qualifiés exerçant à plein temps des tâches d'exécution ou des travailleurs non qualifiés spécialisés dans des tâches de conception. Prendre cette possibilité en considération ne modifie pas substantiellement nos conclusions, mais ajoute de la complexité à la résolution analytique du modèle[99.] Nous faisons donc l'hypothèse que cette éventualité n'est pas envisagée par l'entreprise. Dans le modèle C, la fonction de production s'écrit donc :

$$y_c = Am_c^{\alpha} e_c^{1-\alpha} \qquad [5.76]$$

où y_c désigne l'output et m_c et e_c, le savoir technologique et le travail direct. La spécialisation des travailleurs qualifiés et non qualifiés conduit aux expressions suivantes pour ces inputs :

$$\begin{aligned} m_c &= \delta^q n_c^q \\ e_c &= \gamma^u n_c^u \end{aligned} \qquad [5.77]$$

où n_c^q et n_c^u représentent respectivement le nombre de travailleurs qualifiés et non qualifiés employés dans le modèle centralisé[100]. La quantité de savoir produite par les travailleurs qualifiés dépend de leur efficacité dans les activités de conception (δ^q), tandis que la quantité de travail direct est sensible à l'habileté des exécutants (γ^u). La fonction de production du modèle C peut donc se réécrire :

$$y_c = A(\delta^q n_c^q)^{\alpha} (\gamma^u n_c^u)^{1-\alpha} \qquad [5.78]$$

Dans le modèle D, en revanche, les travailleurs directs sont autonomes. Ils participent aussi bien aux activités de conception qu'aux activités d'exécution. Du coup, la fonction de production générique exprimée par [5.73] et traduisant la combinaison du savoir et du travail direct est incorporée à chacun des travailleurs. Si

---

[99] Cette situation correspond à des cas de rareté extrême d'une des deux qualifications. Sa prise en compte modifie à la marge les valeurs seuils au delà desquelles les entreprises basculent d'une forme organisationnelle à une autre.

[100] Comme les rendements d'échelle sont constants, la taille de l'entreprise est indifférente. Lorsque l'on parle du modèle C ou D, on désigne l'entreprise ou l'ensemble des entreprises ayant adopté le modèle en question.

y_d^i représente la production d'un travailleur de type i (i=q,u) dans le modèle D, alors, elle s'écrit :

$$y_d^i = A(m_d^i)^{\alpha}(e_d^i)^{1-\alpha} \qquad [5.79]$$

La quantité de savoir technologique produite par un travailleur de type i (m_d^i) dépend à la fois de la fraction de son temps qu'il alloue aux tâches de conception (μ^i ; $0 \leq \mu^i \leq 1$) et de son efficacité dans ces activités (δ^i). Formellement :

$$m_d^i = \mu^i \delta^i \qquad [5.80]$$

La fraction de temps restante ($1-\mu^i$) est consacrée aux activités d'exécution où il déploie une habileté que reflète le paramètre de productivité γ^i. Dès lors, la quantité de travail direct qui entre dans la production du bien final est donnée par :

$$e_d^i = (1-\mu^i)\gamma^i \qquad [5.81]$$

La fonction de production agrégée qui caractérise le modèle D est la somme des productionsdes travailleurs concernés par ce modèle :

$$\begin{aligned} y_d &= \sum_i y_d^i n_d^i \\ &= A\left[(\delta^q \mu^q)^{\alpha}\left[\gamma^q(1-\mu^q)\right]^{1-\alpha} n_d^q + (\delta^u \mu^u)^{\alpha}\left[\gamma^u(1-\mu^u)\right]^{1-\alpha} n_d^u\right] \end{aligned} \qquad [5.82]$$

où n_d^q et n_d^u représentent respectivement le nombre de travailleurs qualifiés et non qualifiés employés dans le modèle décentralisé. Cette spécification rend compte de l'autonomie des travailleurs dans le modèle D, qui se traduit, comme nous l'avons

déjà souligné, par une sorte de polyvalence verticale. Quelle que soit leur qualification, les travailleurs décident par eux-mêmes la manière dont les tâches opérationnelles sont exécutées. Ils le font pendant la fraction de temps affectée aux activités de conception. Cette polyvalence romps la relation univoque entre espace des tâches et espace des qualifications propre au modèle centralisé. Comme dans le modèle à main d'œuvre homogène, on peut penser que le savoir est moins formalisé dans le modèle D que dans le modèle C car il n'est pas forcément traduit en normes, ordres ou consignes. Les travailleurs s'ajustent sur leur propre initiative aux situations qu'ils rencontrent dans le cours du processus de production.

Les entreprises allouent le temps des travailleurs entre les tâches de conception et les tâches d'exécution de manière à maximiser leur profit[101] :

$$\begin{cases} \underset{\mu^i}{\text{Max}}\, \pi_d^i = \sum_{i=u,q} A(\delta^i \mu^i)^\alpha \left[\gamma^i (1-\mu^i)\right]^{1-\alpha} n_d^i - w^q n_d^q - w^u n_d^u \\ \text{SC } 0 \le \mu^i \le 1 \end{cases} \qquad [5.83]$$

La résolution de ce programme donne $\mu^i=\alpha$. L'allocation du temps de travail ne dépend que de l'élasticité de la production au savoir (α) qui est indépendante de la qualification. Dès lors, la fonction de production se réécrit :

$$y_d = A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} \left[\left(\delta^q\right)^\alpha \left(\gamma^q\right)^{1-\alpha} n_d^q + \left(\delta^u\right)^\alpha \left(\gamma^u\right)^{1-\alpha} n_d^u \right] \qquad [5.84]$$

Comme dans le modèle à main d'œuvre homogène, on suppose les firmes parfaitement informées sur les différents modèles organisationnels qu'elles peuvent

[101] On obtient le même résultat en considérant que les salariés choisissent l'allocation de leur temps de manière à maximiser leur production individuelle. Il n'y a pas de conflit d'objectif ici entre les travailleurs et la firme.

adopter. On suppose aussi qu'elles ne supportent pas de coût supplémentaire si elles changent de modèle. Dans ce cas, une entreprise va opter pour la centralisation ou la décentralisation en minimisant ses coûts de production à salaires donnés dans chacune des configurations et en comparant les coûts moyens minimaux ainsi obtenus. Les programmes qu'elle résout ont la forme générique suivante :

$$\begin{cases} \underset{n_j^q, n_j^u}{\text{Min}} \; w^q n_j^q + w^u n_j^u \\ \text{SC} \; f\left(n_j^q, n_j^u\right) = y_j, \; j = c,d \end{cases} \qquad [5.85]$$

Le coût moyen minimum (CM) qui est obtenu grâce au modèle centralisé, que nous allons noté C(u,q) car il ne peut fonctionner qu'en associant des travailleurs non qualifiés (u) et des travailleurs qualifiés (q), s'écrit :

$$CM_{C(u,q)} = \frac{w^q n_c^q + w^u n_c^u}{y_c} = \frac{1}{A}\left(\frac{w^q}{\alpha\delta^q}\right)^{\alpha}\left(\frac{w^u}{(1-\alpha)\gamma^u}\right)^{1-\alpha} \qquad [5.86]$$

Comme dans le modèle décentralisé, les travailleurs qualifiés et non qualifiés sont des substituts parfaits. L'entreprise qui souhaite adopter ce modèle va commencer par calculer le coût effectif (w_e^i) de chaque catégorie de travailleur en rapportant son prix de marché à son efficacité :

$$w_e^i = \frac{w^i}{\left(\delta^i\right)^{\alpha}\left(\gamma^i\right)^{1-\alpha}} \qquad [5.87]$$

Elle va ensuite choisir de travailler uniquement avec la main d'œuvre qui apparaît la moins onéreuse au travers de ce calcul. Le modèle décentralisé recouvre donc en fait trois configurations différentes, notés D(q), D(u) et D(u,q), selon que w_e^q

est respectivement strictement inférieur, strictement supérieur ou égal à w_e^u. Le cas D(q,s) de mixité de la main d'œuvre au sein de l'entreprise décentralisée, s'il est envisageable *a priori*, n'est jamais choisi par l'entreprise car on montre aisément qu'il est toujours dominé par C(u,q)[102]. Restent les cas D(u) et D(q) auxquels sont associés les coûts moyens minimaux suivants :

$$CM_{D(u)} = \frac{w^u n_c^u}{y_c} = \frac{w^u}{A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} \left(\delta^u\right)^\alpha \left(\gamma^u\right)^{1-\alpha}}$$
$$CM_{D(q)} = \frac{w^q n_c^q}{y_c} = \frac{w^q}{A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} \left(\delta^q\right)^\alpha \left(\gamma^q\right)^{1-\alpha}} \qquad [5.88]$$

Les firmes décentralisées ont des travailleurs plus autonomes, mais aussi plus homogène. La logique de ce modèle conduit à établir une ségrégation entre les catégories de main d'œuvre qui ne sont plus associés à l'intérieur d'une même entreprise. D(u) peut être interprétée comme une forme d'organisation artisanale, s'appuyant sur des travailleurs non qualifiés responsables de la totalité du processus de production. Dans une organisation de type D(u), le fait que les travailleurs soient non qualifiés n'implique pas qu'ils ne sont pas porteurs de savoir utiles pour le déroulement du processus de production. Comme ils participent aux activités de conception, ils incorporent un savoir issu de l'expérience, de l'apprentissage par la pratique. Le terme « non qualifié » peut donc sembler ici impropre. Il vise simplement à indiquer que les travailleurs n'ont pas reçu l'éducation formelle que dispense l'institution scolaire. D(q) est une organisation décentralisée d'un autre type puisque tous les salariés qu'elle emploie sont qualifiés au sens où ils sont passés par

---

[102] Une entreprise est prête à adopter D(q,s), si $w^q/w^u=(\delta^q/\delta^u)^\alpha(\gamma^q/\gamma^u)^{1-\alpha}$. Si cela advient, C(u,q) est plus profitable car le gain d'efficacité du à l'embauche d'un travailleur qualifié s'élève à δ^q/δ^u , qui est supérieur à

le système scolaire et détiennent au moins un baccalauréat. Ce type d'organisation est courant dans le secteur des services : les avocats, les consultants, les comptables, les chercheurs, les programmeurs informatiques travaillent souvent au sein d'entreprises où la main d'œuvre est à la fois homogène et qualifiée.

Le graphique 5.2 donne le résultat de la comparaison des coûts moyens minimaux en indiquant les configurations organisationnelles préférées par l'entreprise en fonction de la valeur du salaire relatif w^q/w^u. Si l'on raisonne en terme d'efficacité technique uniquement, D(u) est moins performant que C(u,q), lui-même moins performant que D(q).

[Insérer graphique 5.2]

Les travailleurs qualifiés bénéficiant d'un avantage comparatif absolu dans les activités de conception et d'exécution, ils est plus efficace techniquement de recourir à leurs services dans ces deux tâches (D(q)), plutôt que dans une seule (C(u,q)), ce qui reste préférable à l'alternative où les travailleurs non qualifiés sont responsables des deux tâches (D(u)). Cependant, d'un point de vue économique, la performance technique apportée par la main d'œuvre qualifiée doit être confrontée au coût additionnel en salaire que l'entreprise supporte lorsqu'elle y fait recours (w^q/w^u). Si ce coût excède à la fois le gain issu des activités de conception (δ^q/δ^u) et celui issu des activités d'exécution (γ^q/γ^u), alors l'entreprise a intérêt à ne faire appel qu'à de la main d'œuvre non qualifiée et à adopter une organisation décentralisée (D(u)). Si ce coût additionnel excède le gain dans les activités d'exécution sans dépasser celui issu des activités de conception, alors l'entreprise choisit d'être centralisée en spécialisant les qualifiés dans la production du savoir technologique tandis que les non qualifiés

---

$(\delta^q/\delta^u)^\alpha(\gamma^q/\gamma^u)^{1-\alpha}$ en vertu de [5.74].

exécutent (C(u,s)). Enfin, si le surcoût est inférieur au gain dans les deux activités alors l'entreprise choisit de se décentraliser avec une main d'œuvre composée de travailleurs qualifiés uniquement (D(s)). Finalement, lorsqu'il y a identité entre le coût additionnel et le gain associé à l'emploi de qualifiés dans les tâches de conception, la firme est indifférente entre la centralisation et la décentralisation à base de travailleurs non qualifiés. La situation symétrique émerge lorsqu'il y a identité entre le coût additionnel et le gain associé à l'emploi de qualifiés dans les tâches d'exécution. Ces deux cas conduisent donc à des situations où des firmes organisées de manière différente cohabitent dans le système économique. Ces « régimes organisationnels » mixtes (du point de vue des formes d'organisation cette fois-ci) sont respectivement désignés par D(u)-C(u,q) et C(u,q)-D(s).

Ce second modèle génère donc un ensemble de cas assez riches. Nous montreront, dans la partie III comment le mouvement progressif d'expansion scolaire qu'a connu le système économique définit un sentier où les différents régimes organisationnels envisagés se succèdent dans le temps. Nous en analyseront les conséquences en termes de polarisation de la main d'œuvre au sein des entreprises et d'inégalités de salaire.

Tout au long des sections 1 et 2, nous avons exploré la formalisation de dimensions différentes de l'organisation du travail qui ont été interprétées en terme de degré de supervision, pluri-compétence, coopération, rotation des postes de travail, flux tendu, qualité totale, polyvalence, apprentissage par la pratique, autonomie, standardisation, communication ou encore ségrégation de la main d'œuvre. Certain des modèles présentés montrent l'existence de lignes de cohérence entre certains états de ces dimensions organisationnelles ou entre certains dispositifs. Nous l'avions souligné, en particulier, pour le modèle très riche de Carmichael et MacLeod (1993), mais cela est aussi vrai, par exemple, pour notre modèle à main

d'œuvre homogène. Il montre que dans la firme centralisé, il y a des relations de complémentarité entre la spécialisation des travailleurs, la standardisation du savoir et la hiérarchie, alors que la décentralisation unit l'autonomie, la communication horizontale et les connaissances peu formalisées. La théorie que nous allons examiner à présent ne s'intéresse pas aux complémentarités techniques associées aux relations entre tâches, facteurs et services des facteurs, mais directement aux complémentarités entre dimensions ou dispositifs organisationnels.

3. La théorie des complémentarités productives

La théorie des complémentarités productives proposée par Milgrom et Roberts (1990) déplace le raisonnement sur les lignes de complémentarités du niveau des tâches à celui des dimensions organisationnelles (« complementarities in design decisions »). Nous avons déjà souligné, de manière cursive, au fil de notre exploration des modèles, certaines lignes de complémentarités entre pratiques ou dispositifs organisationnels. Dans les années 90, en s'appuyant sur des développements de la théorie mathématique (Topkis, 1978), une équipe de chercheurs de l'université de Stanford autour de Milgrom et Roberts, ont formalisé l'influence de ces complémentarités sur le comportement de l'entreprise (Milgrom, Qian et Roberts, 1991 ; Milgrom et Shannon, 1994 ; Milgrom et Roberts, 1996). En effet, ces complémentarités sont source de non convexités qui ne permettent pas d'appliquer les critères d'optimisation traditionnels (section a).

La théorie de complémentarités productives propose donc de nouveaux critères d'optimisation et les applique à différents problèmes théoriques (section b) : le comportement de stockage de l'entreprise (Milgrom et Roberts, 1988), les dispositifs permettant à l'entreprise industrielle moderne d'être flexible (Milgrom et Roberts,

1990 ; Athey et Schmutzler, 1994) et les dispositifs incitatifs (Holmstrom et Milgrom, 1994).

Enfin, la théorie des complémentarités identifie des sources de biais dans les estimations traditionnelles de fonction de production sur données d'entreprise dès lors que l'on y introduit de manière additive des variables décrivant les dispositifs organisationnels. Des travaux plus récents propose une approche économétrique pour remédier à ces problèmes (Athey et Stern, 1998).

a) La complémentarité des pratiques, la fonction de production et le calcul de l'entreprise

Deux activités productives sont complémentaires si développer l'une accroît le rendement de l'autre. Dès lors, les complémentarités génèrent des relations dynamiques prévisibles entre les activités. Selon Milgrom et Roberts (1990), la stratégie industrielle moderne (« modern manufacturing strategy ») s'appuie sur un ensemble renouvelé de lignes de complémentarités entre activités. Ces activités recouvrent la stratégie de renouvellement des produits, les choix technologiques, la gestion des ressources humaines, la politique de recrutement, les relations de sous-traitance, les méthodes comptables etc. Elles fondent la notion de cohérence organisationnelle. Les pratiques ou dispositifs organisationnels ne fonctionnent pas isolément les uns des autres, mais de concert. On retrouve l'idée d'équipe bien assortie (« successful assembly of a well matched team ») de Alchian (1984). Les lignes de complémentarité définissent des ensembles « cohérents » de pratiques. Lorsque l'on change un ensemble de dispositifs organisationnels et qu'on oublie d'adopter une pratique qui participe de la cohérence organisationnelle, alors on est dans une situation sous-optimale qui peut être décrite comme la résultante d'un défaut de coordination organisationnelle.

La théorie des complémentarités enseigne que les différentes dimensions de l'organisation d'une entreprise doivent être pensées conjointement. Il n'y a qu'un pas avant de parler d'un « one best way » productif. Dans les travaux américains, et notamment ceux du MIT (Womack, Jones et Roos, 1991), la référence à un modèle organisationnel unique, au sens ou un seul modèle est pensé comme étant efficace, cohérent, adapté à un contexte historique donné est implicite. Néanmoins, la théorie des complémentarités est plus souple : une peu à la manière de Camacho et Perski (1988), elle enseigne que les combinaisons viables de pratiques sont en nombre fini, mais elle ne dit pas que ce nombre est égal à un. Dans la section b, nous allons revenir sur la description de la stratégie industrielle moderne proposée par Milgrom et Roberts. Auparavant, nous allons présenter le cadre formel d'analyse des complémentarités productives proposé par ces auteurs.

(1) Complémentarité cardinale et statique comparative monotone

La mathématique des complémentarités s'appuie sur les travaux de Topkis (1978) qui propose des outils d'optimisation adapté à la présence de non-convexités. Dans le programme d'optimisation traditionnel de la firme, on suppose la convexité de l'ensemble de production de l'entreprise et la convexité de l'ensemble des contraintes. Cela revient notamment à supposer la divisibilité des facteurs de production. On suppose aussi la fonction de production continue et deux fois différentiable. Par exemple, si l'on considère le programme de maximisation sous contrainte suivant :

$$\begin{cases} \underset{x_1, x_2}{\text{Max}}\ f(x_1, x_2) \\ \text{SC}\quad g(x_1, x_2) = 0 \end{cases} \qquad [5.89]$$

alors, la solution optimale remplit les conditions suivantes :

$$\text{CPO}:\begin{cases}\dfrac{\partial f}{\partial x_1}-\lambda\dfrac{\partial g}{\partial x_1}=0\\ \dfrac{\partial f}{\partial x_2}-\lambda\dfrac{\partial g}{\partial x_2}=0\\ g(x_1,x_2)=0\end{cases}$$

$$\text{CDO}:\begin{cases}\dfrac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}-\lambda\dfrac{\partial^2 g}{\partial x_1^2}\le 0,\ \dfrac{\partial^2 f}{\partial x_2^2}-\lambda\dfrac{\partial^2 g}{\partial x_2^2}\le 0,\\ \dfrac{\partial^2 f}{\partial x_1\partial x_2}-\lambda\dfrac{\partial^2 g}{\partial x_1\partial x_2}\le 0,\ \dfrac{\partial^2 f}{\partial x_2\partial x_1}-\lambda\dfrac{\partial^2 g}{\partial x_2\partial x_1}\le 0\end{cases} \qquad [5.90]$$

Topkis (1978) propose un critère d'optimisation, qui englobe le critère précédent, tout en l'élargissant aux cas où le domaine de la fonction objectif est non convexe, où la fonction de production elle-même est non concave, non différentiable et même discontinue en certains points. Le critère de convexité de l'ensemble de production est remplacé par un critère de submodularité, tandis que le critère de convexité de l'ensemble des contraintes est remplacé par un critère de structure en forme de treillis.

Le cadre d'optimisation traditionnel est donc remplacé par un cadre de « statique comparative monotone » (« monotone comparative statics »). Un résultat de statique comparative monotone est une proposition qui invoque un ordre : si quelque chose augmente alors autre chose augmente. Cette forme d'optimisation s'appuie donc sur la théorie des treillis (« lattice theory »). Notons X un ensemble de variables de décision ($x \in X$) et T un ensemble de paramètres ($t \in T$). On considère que X est un ensemble ordonné par une relation «$\geq$ », qui est transitive, réflexive et antisymétrique. X est un ***treillis*** si pour toute paire (x,x') d'éléments de X, la borne inférieure (notée $x \wedge x'$) et la borne supérieure (notée $x \vee x'$) appartient à X.

Dans la plupart des applications économiques de la théorie des complémentarités productives, X est définit sur R^n, qui présente les propriétés d'un treillis. On note x et x', deux vecteurs de R^n. On écrit $x \geq x'$ si, pour tout élément i de ce vecteur, $x_i \geq x_i'$. On définit max(x,x') (min (x,x')) comme le vecteur de R^n dont le i^e composant est $\max(x_i, x_i')$ $(\min(x_i, x_i'))$. S, sous-ensemble de R^n, est un ***sous-treillis*** de R^n si, quel que soit x et x', éléments de S, min(x,x') et max(x,x') appartiennent à S. Par exemple, une fonction de production est définie sur un sous-treillis lorsqu'il est possible de s'engager simultanément dans des niveaux élevés (respectivement faible) de toutes les activités, dès lors que ces niveaux peuvent être atteints isolément.

Une fonction f, de $\Re^n$ vers $\Re$ est ***supermodulaire*** si pour tous vecteurs x, x' appartenant à X, la relation suivante est vérifiée :

$$f(x) + f(x') \leq f(\min(x, x')) + f(\max(x, x')) \qquad [5.91]$$

La fonction f est ***submodulaire*** si la fonction $-f$ est supermodulaire. On dit aussi qu'une fonction f a des ***différences croissantes*** en (x,t) si, pour $x' \geq x$, f(x't)-f(x,t) est monotone non décroissante en t. La combinaison des conditions supermodularité et de différence croissantes définit la ***complémentarité cardinale***. Milgrom et Shannon (1994) proposent une théorie ordinale de la complémentarité qui a l'avantage de produire des résultats insensibles aux changements d'échelle et autres transformations croissantes, ce qui n'est pas le cas de la complémentarité cardinale. Nous en resterons ici à la première notion de complémentarité.

Pour illustrer la définition de la supermodularité, considérons que le vecteur x a deux arguments x_{rt} et x_{dp} qui mesurent respectivement le degré de rotation des tâches et le degré de différenciation des produits pratiqués par une entreprise. Ces pratiques

organisationnelles peuvent se mettre en œuvre selon deux niveaux d'intensité, forte et faible : $x_{rt}=\{x_{rt}^{fa}, x_{rt}^{fo}\}$, $x_{dp}=\{x_{dp}^{fa}, x_{dp}^{fo}\}$. f est supermodulaire si le rendement associé à une intensité forte de la rotation des tâches est supérieur lorsque la différenciation des produit se pratique aussi à un niveau élevé. [5.91] se réécrit ici :

$$f(x_{rt}^{fo}, x_{dp}^{fa}) + f(x_{rt}^{fa}, x_{rt}^{fo}) \leq f(x_{rt}^{fo}, x_{dp}^{fo}) + f(x_{rt}^{fa}, x_{dp}^{fa}) \qquad [5.92]$$

ou encore :

$$f(x_{rt}^{fo}, x_{dp}^{fo}) - f(x_{rt}^{fa}, x_{rt}^{fo}) \geq f(x_{rt}^{fo}, x_{dp}^{fa}) - f(x_{rt}^{fa}, x_{dp}^{fa}) \qquad [5.93]$$

La supermodularité implique une sorte de cumulativité : si toutes les variables d'une fonction supermodulaire augmentent simultanément, la valeur de la fonction augmente plus que si l'on sommait la valeur des changements induits par l'augmentation de chacune des variables prises isolément[103]. Elle n'implique ni la concavité, ni la convexité de la fonction objectif, elle n'impose pas non plus de forme particulière aux rendements d'échelle. La condition de différences croissante

---

[103] On retrouve la définition du holisme telle qu'elle figure dans le supplément du Vocabulaire technique et critique de la philosophe d'André Lalande, Paris, PUF, 1968, 2e éd et citée par Dumont (1983): « Théorie d'après laquelle le tout est quelque chose de plus que la somme des parties » (p. 1254). Cet auteur en propose une définition différente : « Idéologie qui valorise la totalité sociale et néglige ou subordonne l'individu humain » et l'oppose à l'individualisme. La définition anglo-saxonne du holisme est identique à la première proposée. Si l'on s'y réfère, l'usage que Lindbeck et Snower (1996) font de l'adjectif « holist » pour désigner les nouvelles formes d'organisation, en rupture avec le taylorisme, est impropre. Une entreprise est holiste quelle que soit sa forme organisationnelle car sa raison d'être est de dépasser les limites des individus isolés dans l'activité productive. C'est ce que traduit la propriété de supermodularité. En fait, Lindbeck et Snower ont en tête le modèle industriels japonais où les individus ont la réputation de s'identifier de manière très étroite à l'organisation. Ils invoquent donc plutôt le terme « holist » au sens de la seconde définition. Mais leur modèle, centré sur la division du travail, ne formalise pas du tout le holisme, ou alors il faudrait expliquer le lien entre le fait que les individus réalisent une rotation sur plusieurs tâches et la perception que les salariés et les managers ont de la place de l'individu dans l'entreprise. Dans les modèles que nous avons proposé, la rotation sur les tâches de conception et d'exécution renforce l'autonomie des travailleurs, ce qui peut aussi favoriser l'individualisme.

sert à identifier la relation qui unit les variables de décision à leurs paramètres. Elle traduit le fait que l'augmentation du niveau d'un paramètre accroît le rendement marginal de la décision considérée.

Lorsque la fonction f est deux fois différentiable sur un intervalle I = $[a_1,b_1]x\ldots x[a_n,b_n]$, alors la condition de complémentarité cardinale sur I (Topkis, 1978) s'écrit :

$$\begin{aligned} &\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \geq 0, \quad \text{pour tout } i \neq j \\ &\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial t_j} \geq 0, \quad \text{pour } i = 1,\ldots,n \text{ et } j = 1,\ldots,m \end{aligned} \qquad [5.94]$$

La condition de supermodularité que traduit la première inégalité de [5.94] est analogue à la condition mise en avant par Alchian et Demsetz (1972) pour définir une équipe de production. La condition attachée à la submodularité est symétrique, le signe de la dérivée croisée seconde étant, dans ce cas, négatif ou nul. On montre que la supermodularité est préservée par l'addition et le produit scalaire.

Les cinq théorèmes suivants montrent que la supermodularité est une condition suffisante pour établir des résultats de statique comparative monotone lorsque l'ensemble des contraintes forme un sous-treillis : une fonction supermodulaire (submodulaire) se maximise (minimise) sur un sous-treillis. Le premier théorème (Topkis, 1978) établit les conditions permettant d'appliquer les méthodes de statique comparative monotone pour optimiser. Le second théorème (Milgrom et Shannon, 1994) montre que la supermodularité est préservée par la maximisation, ce qui permet de décomposer l'optimisation est raisonnant sur des sous-groupes de

variables de décision. Enfin, le troisième théorème étends l'usage des méthode monotones à des environnements stochastiques (Athey, 1994).

Théorème 1 (Topkis, 1978) : Si f est une relation de $\Re^n x \Re^m$ vers $\Re$ telle que f(x,t) est supermodulaire en (x,t). Alors si S est un sous-treillis de $\Re^n$, l'ensemble $\arg\max_{\{x \in S\}} f(x,t)$ est monotone non décroissante en t.

Théorème 2 (Milgrom et Shannon, 1994) : Soit S^1,un sous-treillis de $\Re^{n1}$, et S^2, un sous-treillis de $\Re^{n2}$. Soit $S=S^1 x S^2$. Soit f, une fonction définie de $\Re^{n1} x \Re^{n2} x T$ vers $\Re$ telle que f(x,y,t) et supermodulaire en (x,y,t). Alors $g(x,t)=\max_{\{y \in S^2\}} f(x,y,t)$ est supermodulaire en (x,t).

Théorème 3 (Athey, 1994) : Soit un vecteur de variables aléatoires $u \in R^n$, avec une fonction de répartition marginale notée $F_i(u_i, \theta_i)$. Alors la fonction :

$$\overline{\pi}(x, \theta) = \int_u \pi(x, s) dF_1(u_1; \theta_1) .... dF_n(u_n; \theta_n)$$

est supermodulaire en (x, θ) pour toute fonction objectif supermodulaire π(x,s) si et seulement si $F_i(u_i, \theta_i^H) \leq F_i(u_i, \theta_i^L)$, pour tous θ_i^H, θ_i^L tels que $\theta_i^H \geq \theta_i^L$.

Un exercice de statique comparative monotone revient à poser un ensemble d'hypothèses sur les liens de complémentarités entre variables de décision, à identifier des facteurs qui peuvent venir affecter les paramètres des fonctions et à analyser comment les variables de décision vont évoluer conjointement en réponse à ces facteurs. Dans la section b, nous allons présenter quelques exercices d'application des méthodes monotones.

(2) Complémentarité et dépendance au sentier

Enfin, deux théorèmes supplémentaires (Milgrom, Qian et Roberts, 1991) permettent d'introduire une perspective dynamique. On considère une économie composée d'un secteur aval qui produit des biens de consommation et d'un secteur amont qui produit des biens intermédiaires.

Dans le secteur aval, le profit à la date t dépend de l'état du savoir dans l'économie, représenté par un vecteur $\phi(t) \in R^K$, qui porte sur des variables de décision stratégiques de deux types $(x=x^I,x^O) \in R^{m+n}$. x^I représente les décisions qui concernent les quantités des n facteurs utilisés et x^O, les décisions sur les autres domaines stratégiques de l'entreprise. $\{y^i(t)\ ;\ 1\leq i \leq m+n\}$ représente des variables opérationnelles qui interagissent avec au moins une des variables du noyau X. Par exemple, le niveau des stocks est une variable stratégique de type x^O, le lieu de stockage est une variable opérationnelle de type y^j. Le profit de l'entreprise s'écrit :

$$\rho(x(t),\phi(t)) + \sum_j \Theta_j(x_j(t), y^j(t)) - R(x^I(t)) \qquad [5.95]$$

$R(x^I(t))$ est le montant payé pour l'acquisition des inputs. On suppose que la fonction ρ remplit les conditions de la complémentarité cardinale.

Théorème 4 (Milgrom, Qian et Roberts, 1991) : Si ρ, ainsi que chaque Θ_j sont continues, alors la forme réduite de la fonction de profit (profit brut) de l'industrie donnée par :

$$\pi(x,\theta) = \mathrm{Max}_y \rho(x,\phi) + \sum_j \Theta_j(x_j, y^j) \qquad [5.96]$$

est continue, supermodulaire en x et elle a des différences croissantes en (x,ϕ).

Le montant dépensé par le secteur aval pour acquérir ses inputs représente la recette du secteur amont. Les coûts du secteur amont dépendent des décisions stratégiques x^I prises par le secteur aval, du niveau technologique des procédés utilisés par l'entreprise $\chi(t)$, et des savoir-faire accumulés dans le secteur $\eta(t)$. Le profit du secteur amont s'écrit :

$$R(x^I(t)) - C(x^I(t), \chi(t), \eta(t)) \qquad [5.97]$$

On suppose que $-C$ est supermodulaire en (x,χ) et qu'elle admet des différences croissantes en (x,χ) et η. On suppose que les entreprises des deux secteurs cherchent des arrangements optimaux sans être conscientes de leur rôle dans l'accumulation du savoir au niveau de l'économie toute entière. L'équilibre de l'industrie implique que les entreprises vont choisir x et χ qui maximisent la fonction objectif suivante :

$$\pi(x(t), \phi(t)) - C(x^I(t), \chi(t), \eta(t)) \qquad [5.98]$$

ou π est la forme réduite de fonction de profit donné par [5.96]. On suppose que $\phi(t)$ et $\eta(t)$ sont des biens publics auxquels toutes les firmes peuvent accéder sans supporter de coût supplémentaire. On suppose aussi les relations dynamiques suivantes :

$$\begin{aligned} \phi(t+1) &= f(\phi(t), \eta(t), x(t), \chi(t)) \\ \eta(t+1) &= g(\phi(t), \eta(t), x(t), \chi(t)) \end{aligned} \qquad [5.99]$$

où f et g sont des fonctions non décroissantes. Ainsi, des niveaux plus élevés de décision stratégique dans le secteur aval et un niveau technologique plus avancé

dans le secteur amont se combinent avec un niveau plus élevé de savoir aujourd'hui pour développer le savoir de demain. Le théorème 5 découle de ces hypothèses.

Théorème 5 (Milgrom, Qian et Roberts, 1991) : On suppose que pour chaque valeur (ϕ,η), il y a un unique (x,χ) qui maximise [5.96]. S'il y a une date t où $\phi(t)\geq\phi(t-1)$ et $\eta(t) \geq\eta(t-1)$, alors pour toute les dates $t'\geq t$, $x(t')\geq x(t'-1)$, $\chi(t')\geq \chi(t'-1)$, $\phi(t')\geq\phi(t'-1)$ et $\eta(t') \geq\eta(t'-1)$.

Il indique que l'économie peut voir émerger une configuration de changements persistants ou auto-entretenu. Ce résultat s'apparente au phénomène de dépendance au sentier généré par certains modèles de croissance endogène. Mais il ne s'appuie pas sur une hypothèse particulière concernant la forme des rendements d'échelle. Ces développements dynamiques de la théorie des complémentarités la rapproche des théories évolutionnistes (Langlois et Foss, 1997 ; Nelson, 1995)

b) Quelques applications théoriques

En 1988, Milgrom et Roberts publient un premier article où ils utilisent la théorie des complémentarités productives pour expliquer le comportement de stockage de l'entreprise dans un contexte où la demande est incertaine. Dans ce modèle, l'entreprise a deux variables de décision : le nombre de variétés de produits offerts (v) et la fraction (α) de la production réalisée à la commande, la fraction restante ($1-\alpha$) étant destinée à être stockée s'il elle ne vient pas satisfaire une demande non anticipée. Au travers du choix de ces variables, se joue un arbitrage entre coût de collecte, auprès du consommateur, d'une information précise sur les quantités demandées et coût de stockage de la production. L'encadré «exemple 1 » reprend les principales variables et relations fonctionnelles du modèle.

La fonction de profit total attendu présente un certain nombre de caractéristiques. Tout d'abord, elle est strictement convexe en α. Par conséquent l'entreprise choisira soit un α égal à 0, soit un α égal à 1. Si la production à la commande et sur stock sont deux pratiques qui répondent à un problème d'incertitude, elle ne cohabitent pas au sein d'une même entreprise.

[Insérer encadré exemple 1]

On montre aussi aisément, en s'appuyant sur [5.94], que la fonction $\pi(v,\alpha\ ;-s,-m)$ remplit les conditions de complémentarité cardinale. Dès lors, lorsque les coûts de communication (m) ou le coût de lancement d'une production nouvelle (s) diminuent alors qu'ils étaient initialement élevés la firme aura intérêt à passer à un système de production à la commande (α=1) tout en augmentant la gamme des produits offerts (v supérieur).

Les modèles de la théorie des complémentarités productives déroulent, en général, le même fil d'argumentation que celui, très simplifié, de l'exemple 1. Ils décrivent tout d'abord l'espace des choix de l'entreprise, un certain nombre d'entre eux étant discret, comme «pratiquer une production à la commande » ou «pratiquer une production sur stock ». C'est une première déviation par rapport à la théorie standard où le choix de l'entreprise se borne à celui des quantités de facteur. Les grandes lignes qui caractérisent la fonction de gain de l'entreprise sont ensuite posées. Ces lignes permettent de déterminer les relations qui unissent les variables de décision (supermodularité ou submodularité) et celles qui relient les paramètres aux variables de décision (différences croissantes ou non). L'exercice de statique comparative monotone est alors presque terminé. Il décrit comment les variables de décision bougent en réponse, la plupart du temps, à choc sur un ou plusieurs paramètres du modèle.

Chez Milgrom et Roberts, le choc vient, en général, de la technologie. Ainsi, dans l'exemple 1, Milgrom et Roberts (1988) développent l'argumentation suivante pour justifier le passage d'un régime de production sur stock (« inventory regime ») à un régime de production à la commande (« communication regime ») :

> *« Improved forecasting techniques and telecommunication technology would lower the costs of gathering information on demand and directly favors a shift to the communication regime. As well, technological or organizational developments that lower the costs of expanding the product line would tend to favor this shift. In particular, reductions in set-up costs achieved by flexible work rules and broadly trained employees (so that production workers do the setups rather than standing idle while specialists do this task) would lead to this shift, as would the development of machines that achieve the low production costs previously associated only with special purpose machines but that can, at low cost, be reprogrammed for other task »,* p. 288.

Dans le second exemple que nous allons développer (Milgrom et Roberts, 1990), la technologie est toujours représentée comme la source principale de l'impulsion qui conduit au changement de configuration organisationnelle :

> *« Our approach […] is a price-theoretic, supply-side one involving three elements: exogenous input price changes, complementarities among the elements of the firm strategy, and non-convexities. The first element is the effect of technological change in reducing a set of costs. The particular ones on which we focus include : the costs of collecting, organizing, and communicating data, which have been reduced over time by the development of computer networks and electronic data transmission systems ; the cost of product design and development, which have fallen with the emergence of computer-aided design ; and the costs of flexible manufacturing which have declined with the introduction of robots and other programmable production equipment. We take these relative price reductions whose existence is well documented, to be exogenous ». p. 514.*

On peut aussi noter que dans ces applications, l'accent est d'emblée portée sur l'analyse du changement organisationnel et de ses causes. De plus, l'organisation y est représentée comme un ensemble de dispositifs qui peut être assez large comme va en témoigner l'exemple 2. Néanmoins, la mathématique des complémentarités fait que l'ensemble des configurations possibles de dispositifs est fini. *In fine*, même si les dimensions de l'organisation sont nombreuses, la plupart des applications tendent à opposer deux grandes configurations. Le concept de complémentarité productive tend donc à fonder théoriquement la notion de modèle industriel. Ceci est particulièrement net dans l'exemple 2 (voir encadré correspondant).

[Insérer Encadré exemple 2]

Le changement technologique va affecter à la baisse les paramètres d, s, w, e. En effet, les logiciels de DAO, CAO et CFAO réduisent le coût marginal de modification et d'amélioration de la conception d'un produit (d). D'un autre côté, la gestion de la production et la fabrication font aussi un recours croissant à des outils informatiques qui favorisent la flexibilité comme les outils de planification et d'ordonnancement assistés par ordinateur, la GPAO, les machines automatiques programmables et les robots. Ces outils réduisent les coûts de lancement de la production (s et e) en permettant des changements d'outils et des réglages des machines plus rapides. Ils améliorent aussi la qualité de l'anticipation des problèmes de lancement et donc limitent les gaspillages associés (w).

La représentation de la technologie sous-jacente au modèle est donc riche puisque les paramètres envisagés mesurent la flexibilité des équipements dans des domaines différents de l'activité productive (conception et lancement du produit, préparation de fabrication et fabrication). Le modèle rend aussi compte des stratégies développées par l'entreprise dans le domaine des produits et dans la maîtrise du

temps. Ainsi, un premier groupe de variables (q,m,n,r) modélise la variété, la qualité et le renouvellement des produits tandis qu'un second groupe (a,b,ω,t) rend compte de la gestion des délais.

Outre l'expression de la fonction de gain (π), les hypothèses H1-H5 sont fondamentales pour dériver les résultats de statique comparative monotone. Ces hypothèses s'appuient à la fois sur des raisonnements standards en économie et sur des raisonnements plus nouveaux issus d'une bonne connaissance des pratiques concrètes des entreprise modernes. Ainsi, la première partie de H3 signale simplement que les consommateurs préfèrent des prix bas et une qualité élevée. Par contre, la dernière partie de H2 est moins évidente. w représente le délai entre le traitement d'une commande et sa production qui croît avec la probabilité d'une série défectueuse (r) et avec le nombre de lancements par période (m). H2 postule que w est supermodulaire en r et m pour n donné. Cela signifie qu'un accroissement du nombre de lancements (ou une réduction de la taille des séries) renforce l'impact sur le délai d'une probabilité accrue de défectuosité des produits. L'idée ici est qu'il est plus compliqué, et donc coûteux en temps, de réhabiliter une unité défectueuse lorsque plus de variétés de produit sont en circulation dans l'entreprise, car il faut réorganiser à chaque fois l'espace où les produits sont retravaillés.

Le jeux d'hypothèses H1-H5, le théorème 2 et la résistance de la supermodularité à l'addition implique que :

$$\Pi(-P, q, m, -a, -b, -c, -d, -e, -r, -s, -w, \tau) \equiv \max_{p \geq P} \pi(p, q, m, a, b, c, d, e, r, s, w, \tau)$$

est supermodulaire sur un sous-treillis de R^n définit par les contraintes de non-négativité des variables de décision. Autrement dit, les variables de décision (dont le signe a été ajusté pour garantir la supermodularité) augmentent toutes dans le temps,

sous l'impulsion de la baisse des paramètres d, s, w, e résultant du progrès technologique. On doit donc observer dans l'industrie une configuration unique de changements stratégiques et organisationnels, qui sont tirés par la technologie.

Le tableau 5.1 reprend les différentes dimensions de l'organisation du travail répertoriées par Milgrom et Roberts dans leur article de 1990 et leur ouvrage de 1992. Ces dimension, visent a caractériser le modèle industriel américain et les changements qui l'ont affecté dans les années 80 et 90, par rapport au modèle antérieur, hérité des lendemains de la guerre. Il n'est pas sans évoquer les changements dans les styles de management dominants décrit par Boyer (1991) et systématisé par Boyer et Durand (1998). La mathématique des complémentarités pourrait fournir un fondement microéconomique à la formalisation de l'émergence d'un nouveau système productif post-fordiste. Elle décrit mathématiquement des mécanismes souvent invoqués de manière littéraire par la théorie de la régulation.

[Insérer tableau 5.1]

Le modèle de 90 de Milgrom et Roberts approche les points 3-8 du tableau 5.1, c'est à dire les aspects de stratégie et d'organisation les plus dépendants de la technologie. La division du travail (1,2,9,11,13) et les incitations (10,12,14) sont évoqués mais ne sont pas traités par le modèle :

> *« Although we do not explicitly model labor force decisions here, an element of the flexibility of modern manufacturing is associated with broadly trained workers and with work rules that facilitate frequent changes in activities »,* p. 520.

La question de l'organisation optimale du système d'incitation est traitée par Holmstrom et Milgrom (1994). Selon ce modèle, le principal dispose, pour motiver l'agent, de 4 instruments qui s'ajoutent au salaire de base : la commission qui repose

sur un vecteur de performances mesurables et mesurées, l'intensité de la supervision directe (« monitoring intensity »), l'allocation d'un rendement transférable (actionnariat d'entreprise par exemple) et l'éviction d'un rendement privé non transférable (gain productivité issue du choix d'un horaire de travail par l'agent par exemple). Il montre que ces quatre instruments peuvent être utilisés de concert avec une intensité modulée en fonction des caractéristiques de l'environnement de l'entreprise. Par exemple, si l'effort de l'agent devient plus aisé à mesurer, l'entreprise aura intérêt à intensifier l'usage des quatre instruments. En faisant référence à leur article de 1991, Holmstrom et Milgrom indiquent que leur modèle pourrait être étendu en considérant le regroupement des tâches en postes de travail comme un cinquième instrument visant à inciter la main d'œuvre.

Athey et Schmutzler (1994) enrichissent le modèle de Milgrom et Roberts (1990) en le plongeant dans un environnement incertain et en y ajoutant des variables de décision concernant l'organisation du travail (voir l'encadré «exemple 3 »). Les investissements de flexibilité (f) envisagés par les auteurs correspondent aux aspects mis en valeur par le modèle de Milgrom et Roberts (1990). Les investissements en collecte d'information (c) font penser aux modèles de théorie des équipes. Enfin, les investissement en intégration (i) correspondent aux choix de spécialisation fonctionnelle, de conception des postes de travail et de canaux de communication.

Les auteurs considèrent que les décisions concernant ces trois types d'investissement sont des décision de nature organisationnelle. Elle répondent au besoin de s'adapter aux changements de l'environnement qui sont générés par les innovations. Les investissements en intégration et en flexibilité renforcent la capacité d'adaptation au changement en réduisant le coût d'ajustement ou de coordination du changement (hypothèse H2). Les investissements en collecte d'information alimentent une activité de veille technologique ou «d'intelligence économique » qui

augmente la probabilité de percevoir une opportunité d'innovation accessible pour l'entreprise (hypothèse H4) et ouvrant la voix à de nouveaux gains. L'entreprise prend ses décisions en deux temps. En première période, l'entreprise décide des montants à investir dans les trois domaines stratégiques. C'est en deuxième période seulement qu'elle capte des informations concernant les nouvelles opportunités d'innovation. La qualité des informations recueillies dépend des investissements en collecte d'information réalisés en première période. Elle décide alors si elle souhaite adopter une innovation et y ajuster sa production ou si elle préfère ne rien changer à son mode de fonctionnement.

[Insérer encadré exemple 3]

L'arbitrage est donc entre l'innovation et les économies d'échelle, car s'ajuster à l'innovation à un coût raisonnable suppose de rompre avec la spécialisation en favorisant la flexibilité et surtout intégration. Cet arbitrage entre coût de coordination et gain de spécialisation est au cœur de la plupart des modèles de théorie des équipes, présentés dans le chapitre III et dans bon nombre de modèles présentés dans ce chapitre. On retrouve aussi des éléments du modèle de Galbraith (1973) évoqué dans le chapitre I et selon lequel lorsque l'incertitude augmente l'entreprise hiérarchique peut faire appel à quatre stratégies organisationnelles différentes pour maîtriser les coûts croissants de coordination : deux d'entre elles visent à réduire les besoins en information traitées centralement contrairement aux deux autres qui augmentent la capacité à traiter de l'information. La première consiste à ne rien faire tout en acceptant une baisse de la performance due à une consommation accrue de ressources par unité produite (« slack resources ») tandis que la seconde consiste à rompre avec la spécialisation fonctionnelle afin de créer des unités autonomes (« self contained tasks »). Du côté des stratégies centrées sur les systèmes d'information, l'entreprise peut opter pour un renforcement des systèmes d'information verticaux,

ou pour le développement de canaux de communication horizontaux. La seconde et la quatrième stratégie peuvent s'interpréter en terme d'investissement en intégration alors que les deux autres continuent à s'inscrire dans la logique hiérarchique.

Les auteurs montrent, en s'appuyant sur la définition de la supermodularité et sur le théorème 3 que les hypothèses H1-H4 conduisent à la supermodularité de $\pi^2(A,V;U)$, en (A,f,i,c) et à celle de $\pi^1(V)$ en V. Ils montent aussi que les choix optimaux de flexibilité, d'intégration et de collecte d'information sont monotones non décroissants en γ, paramètre représentant l'instabilité de l'environnement de l'entreprise. Dès lors, un accroissement de l'instabilité pousse la firme à accroître simultanément ses investissements dans les trois domaines.

Puis le modèle de base est enrichi en dédoublant la source d'instabilité. Deux types de changements différents peuvent exiger une adaptation de la production de l'entreprise : les innovations de produits qui, en stimulant la demande, permettent d'augmenter les prix de et les innovations de procédés, qui conduisent à des réductions de coûts. Les deux types de choc font appel à des investissements différents. Ainsi, selon que l'entreprise souhaite avoir accès à des innovations de produits ou à des innovations de procédés elle n'organisera pas sa veille technologique de la même manière. Ce n'est pas non plus la même chose que de former la main d'œuvre à ces deux types de chocs etc. La présence de deux type d'innovation différente multiplie donc par deux toutes les variables du modèle de base, y compris les variables d'instabilité.

Dans le modèle enrichi, l'entreprise prend trois décisions à l'issue de la seconde période : adopter ou non une innovation de produits, adopter ou non une innovation de procédés et fabriquer Q unités de produits. Le modèle enrichi conduit à des résultats différents du modèle de base car les auteurs formulent l'hypothèse

d'une forme d'incompatibilité ou de tension entre les deux formes d'innovation (H7). La coordination de l'adoption d'un innovation de produits, qui affecte l'ensemble du processus de production et d'une innovation de procédés qui n'en affecte bien souvent qu'un segment sont deux problèmes de nature différente. Lorsque l'on favorise la capacité à coordonner une innovation de produits grâce à la création de divisions spécialisées par type de consommateur (investissement en intégration autour du produit), on perd une vision globale de ce qu'il y a de commun d'un produit à l'autre en terme de technologie et l'on accroît, par conséquent, le coût de coordination de l'adoption d'une innovation de procédés.

Au total, les interactions entre innovation de produits et innovation de procédés vont suivent deux canaux : celui du coût d'intégration et celui de la variable Q qui représente la quantité produite. Si Q est fixée, les auteurs montrent que π^1 est supermodulaire en $(V^D,-V^T)$ et que π^2 l'est en $(A^D,f^D,i^D,-A^T,-f^T,-i^T)$. Si la quantité Q peut varier, les auteurs montrent que l'innovation de produits accroît le rendement d'une unité de produit supplémentaire, poussant Q à la hausse ce qui son tour accroît le rendement d'une innovation de procédés. Dès lors π^2 apparaît supermodulaire en $(A^D,f^D,i^D,A^T,f^T,i^T,Q)$ et si l'interaction entre les coûts d'intégration selon les deux type d'innovation est supposée nulle, alors π^1 est supermodulaire en (V^D,V^T). Les deux canaux conduisent donc à des effets opposés.

Pour Q fixé, les auteurs explorent ensuite les effets d'un changement exogène dans les paramètres d'instabilité de l'environnement (γ^D,γ^T). Enfin ils envisagent le cas où l'entreprise agit elle-même sur son environnement en ayant une activité de R&D interne. Dans ce cas, c est directement interprété comme une dépense en R&D plutôt que comme de la veille technologique. Enfin, les auteurs endogénéisent l'instabilité de l'environnement en supposant qu'elle dépend alors de c : pour une

innovation de taille donnée, la R&D accroît la probabilité d'un rendement élevée et d'un coût d'ajustement moindre.

Ces modèles sont plus riches que les autres modèles présentés dans ce chapitre, en ce sens que plus de dimensions de l'organisation sont couvertes. Mais la manière dont l'organisation façonne les complémentarités est postulée plus qu'expliquée. Plus riches, ces modèles apparaissent donc aussi plus *ad hoc*. Ceci est d'autant plus vrai que les modèles théoriques ne sont pas associés à une démarche empirique. Les hypothèses formalisées semblent donc parfois un peu désincarnées ce qui pose d'autant plus problème qu'elles concernent le fonctionnement intime de la «boîte noire ». De surcroît, la sensibilité des modèles aux hypothèses est difficile à évaluer ainsi que leurs conséquences sur les autres comportements de l'entreprise. En effet, d'un côté les paramètres et les variables envisagées se comportent toujours bien eu égard aux relations monotones sur lesquelles le raisonnement repose (ce ne sont plus les fonctions qui sont « well behaved », mais les paramètres et les variables), de l'autre, la spécification incomplète des fonctions ne permet pas de les manipuler pour passer, par exemple, d'une optique « performances » à une optique « emploi » ou « investissements ».

Ces modèles présentent néanmoins un avantage important : ils se prêtent aux tests empiriques et permettent d'introduire, de manière réfléchie les choix discrets dans les fonctions de production de l'entreprise. C'est cet aspect que nous allons à présent considérer.

c) Les conséquences pour les stratégies de tests empiriques

Athey et Stern (1998) proposent un cadre empirique pour tester, sur des données en coupe, la complémentarité des choix technologiques et organisationnels

des entreprises. Les difficultés en la matière sont de deux types. Tout d'abord, on n'observe pas un système de prix qui motive les choix organisationnels comme les prix des inputs déterminent les quantités demandées. Les coûts et les avantages de l'adoption d'un dispositif technologique ou organisationnel sont observables pour le chef d'entreprise, mais l'économètre ne les observe pas. Ensuite, ces dispositifs sont bien souvent complémentaires comme l'a souligné la section précédente. Certaines combinaisons de pratiques ne seront jamais observées alors que l'on enregistrera des points d'accumulation pour d'autres combinaisons.

Ces difficultés peuvent être contournées en appliquant le principe des préférences révélées : l'observation de la distribution de fréquences des combinaisons de pratique est utilisée comme une information indirecte sur leur rendement joint. En s'appuyant sur la littérature économétrique concernant à la fois les modèles semi-paramétriques de choix discret et les modèles de régression à changement de régime, les auteurs établissent les conditions selon lesquelles les paramètres de la fonction de production et la distribution jointe des variables non observables peuvent être identifiés.

Ils partent d'une fonction de production de l'entreprise à choix discrets, appelée « organizational design production function ». Ces choix concernent les dispositifs technologiques et organisationnels. On note $y^i = (y_1^i,\ldots,y_j^i,\ldots,y_J^i)$ le vecteur de J dispositifs que l'entreprise i choisit d'adopter ($y_j^i=1$) ou d'ignorer ($y_j^i=0$). *A priori*, 2^J combinaisons de dispositifs sont envisageables. Les différences de productivité observées entre entreprises (« toutes choses égales d'ailleurs ») prennent leur source dans des variables exogènes qui sont soit spécifiques au système formé par la combinaison de dispositifs, soit spécifiques à chaque dispositif. On note $Z^i = (Z_1^i,\ldots Z_k^i,\ldots Z_K^i)$ le vecteur des variables exogènes qui affectent le rendement à l'adoption jointe de la combinaison de dispositifs et $X^i = (X_1^i,\ldots X_j^i,\ldots X_J^i)$ celui qui

affecte le rendement marginal de l'adoption d'un dispositif, indépendamment des autres choix discrets de l'entreprise.

La productivité f^i dépend de ces variables, $f^i=f(y^i,X^i,Z^i;M)$, où $M=(\theta,\alpha,\beta)$ représente de vecteur de paramètres qui interviennent pour définir le rendement associé au système des dispositifs $\theta_k+\alpha_k Z_k^i$ ($k \in \{0,1\}^J$) et le rendement associé à chaque pratique j $\beta_j^0 X_j^{0,i}$ si $y_j^i=0$, $\beta_j^1 X_j^{1,i}$ si $y_j^i=1$. S'il y a deux dispositifs y^1_i et y^2_i, la productivité de l'entreprise prendra la forme fonctionnelle suivante :

$$\begin{aligned} f(y^i, X^i, Z^i; M) &= (1-y_1^i)(1-y_2^i)[\theta_{00}+\alpha_{00}Z_{00}^i]+(1-y_1^i)y_2^i[\theta_{01}+\alpha_{01}Z_{01}^i] \\ &+ y_1^i(1-y_2^i)[\theta_{10}+\alpha_{10}Z_{10}^i]+y_1^i y_2^i[\theta_{11}+\alpha_{11}Z_{11}^i]+(1-y_1^i)X_1^{0,i}\beta_1^0+y_1^i X_1^{1,t}\beta_1^1 \quad [5.100] \\ &+ (1-y_2^i)X_2^{0,i}\beta_2^0+y_2^i X_2^{1,t}\beta_2^1+\varepsilon_i \end{aligned}$$

Elle autorise une hétérogénéité de rendement des dispositifs entre les entreprises en fonction du vecteur d'exogènes (X^i,Z^i). Elle admet des interactions entre dispositifs qui génère de la complémentarité cardinale si certaines conditions sur les paramètres sont vérifiées. Si l'on se réfère à la définition de la supermodularité exprimée par [5.91], la condition sur les paramètres qui conduit à la complémentarité des dispositifs lorsqu' ils sont au nombre de deux s'écrit :

$$\begin{aligned} \kappa_{12} &= \left([\theta_{11}+\alpha_{11}Z_{11}^i]-[\theta_{01}+\alpha_{01}Z_{01}^i]\right) \\ &\quad -\left([\theta_{10}+\alpha_{10}Z_{10}^i]-[\theta_{00}+\alpha_{00}Z_{00}^i]\right)\geq 0 \end{aligned} \qquad [5.101]$$

L'équation [5.100] peut aussi se réécrire sous une forme qui permet aisément de faire le lien avec un modèle de régression à changement de régime :

$$f\left(y^i, X^i, Z^i, M\right) = \begin{cases} \theta_{00} + Z^i_{00}\alpha_{00} + X^{0,i}_1\beta^0_1 + X^{0,i}_2\beta^0_2 \text{ si } y^i = (0,0) \\ \theta_{01} + Z^i_{01}\alpha_{01} + X^{0,i}_1\beta^0_1 + X^{1,i}_2\beta^1_2 \text{ si } y^i = (0,1) \\ \theta_{10} + Z^i_{10}\alpha_{10} + X^{1,i}_1\beta^1_1 + X^{0,i}_2\beta^0_2 \text{ si } y^i = (1,0) \\ \theta_{11} + Z^i_{11}\alpha_{11} + X^{1,i}_1\beta^1_1 + X^{1,i}_2\beta^1_2 \text{ si } y^i = (1,1) \end{cases} \quad [5.102]$$

Pour finir de poser le cadre d'analyse des complémentarités, il s'agit de modéliser le comportement d'adoption des dispositifs qui caractérise la firme. Comme les X^i et Z^i affectent le rendement de chacun des dispositifs, ces variables influencent le comportement d'adoption de l'entreprise. Par ailleurs, d'autres variables peuvent avoir un impact sur l'adoption sans affecter la productivité. On les note $W^i=(W_1{}^i,\ldots W_j{}^i,\ldots W_J{}^i)$ lorsqu'elles sont spécifiques aux dispositifs et $U^i=(U_1{}^i,\ldots U_k{}^i,\ldots U_K{}^i)$ lorsqu'elles sont spécifiques à la combinaison de dispositifs. L'adoption d'un dispositif j s'écrit donc $y^i_j=D_j(X^i,Z^i,W^i,U^i;\Lambda)$. Si l'on suppose que l'entreprise optimise sa stratégie d'adoption, elle s'écrit :

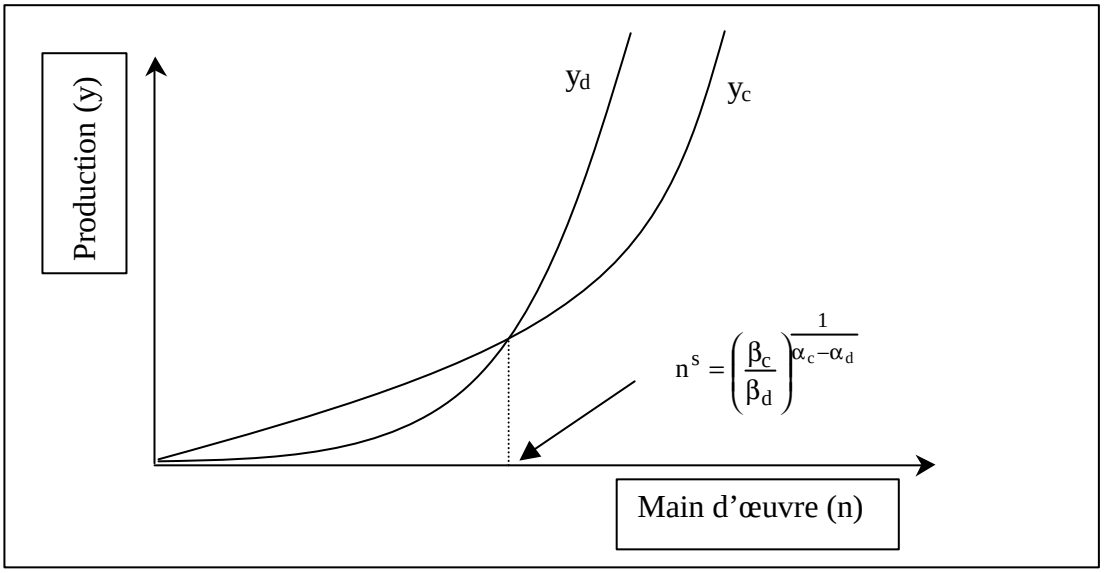
$$\begin{aligned} y^* &= \arg\max_y \pi(y^i, X^i, Z^i, W^i, U^i; M, N) \\ &\equiv f(y^i, X^i, Z^i; M) + g(y^i, W^i, U^i; N) \end{aligned} \quad [5.103]$$

où π est la fonction objectif de l'entreprise lorsqu'elle choisit d'adopter une ou un ensemble de pratiques. Athey et Stern montrent que la complémentarité entre les dispositifs technologiques et organisationnels n'est pas la seule explication au fait que seul un nombre limité de combinaisons parmi l'ensemble des possibles est observé. Dès lors qu'une partie des exogènes (X^i,Z^i,W^i,U^i) sont omises des régressions estimées car elles sont non observables ou non observées, une corrélation forte entre un ensemble de dispositifs ou une productivité supérieure associé à une combinaison de pratiques managériales sont insuffisantes pour établir l'existence

d'une complémentarité, ou bien ne suffisent que dans un cadre très restrictif d'hypothèses. Par exemple, s'il existe une culture d'entreprise qui renforce l'efficacité du travail en réduisant les coûts de coordination et que cette culture, à la manière des bureaucraties professionnelles, s'enracine dans le fait que beaucoup de salariés sortent d'une même école ou ils ont été sensibilisés à un ensemble de pratiques managériales, alors on risque de conclure à tort à la complémentarité de ces pratiques. Dans ce cas, l'observation d'un effet conjoint positif de ces pratiques sur la productivité ou d'une corrélation forte entre elles ne s'explique pas par le fait que mises en œuvre ensemble, elles sont plus efficace, mais par la culture d'entreprise.

Ainsi, l'existence de variables exogènes non observées qui influencent l'équation de productivité (de type X) perturbe l'analyse de la complémentarité. De plus, lorsque, ces variables sont affiliés, c'est à dire qu'elles entretiennent entre elles une forme forte de corrélation positive, on peut trancher à tort en faveur d'une interprétation en terme de complémentarité. L'affiliation des variables non observées qui interviennent dans l'équation de productivité est donc une explication alternative à la complémentarité. Pour maîtriser ces problème de biais, Athey et Stern (1998) proposent une stratégie de test empirique où un systèmes d'équations simultanées expliquant à la fois l'adoption et la productivité est estimé tout en modélisant de manière explicite la distribution des variables exogènes non observées potentiellement perturbatrices. Nous reviendrons sur ces propositions dans la partie III.

Graphique 5.1 : Le choix organisationnel de la firme dans le modèle à main d'œuvre homogène



Graphique 5.2 : Le choix organisationnel de la firme dans le modèle à main d'œuvre hétérogène

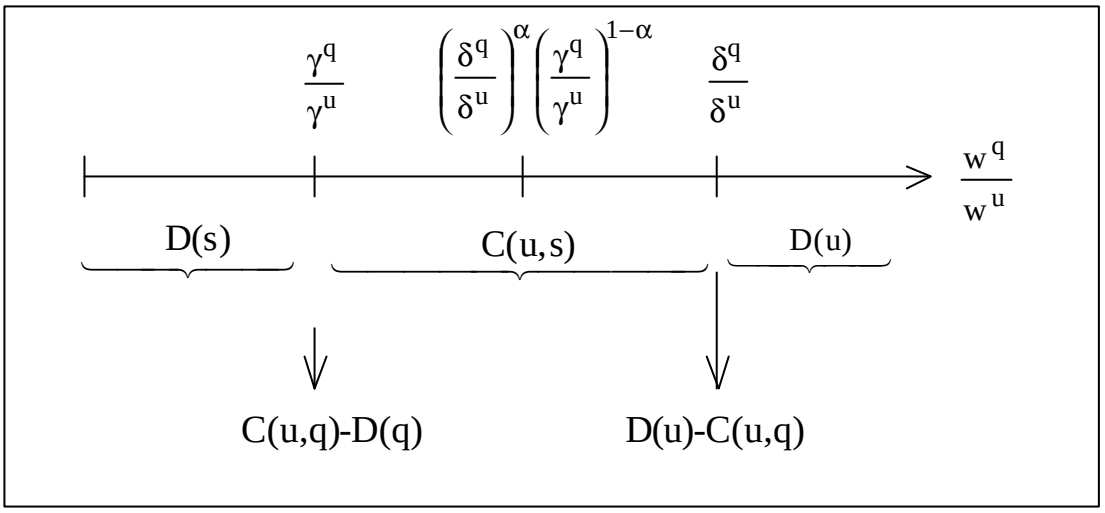


Tableau 5.1 : La stratégie industrielle moderne selon Milgrom et Roberts (1990, 1992)

	Années 60 et 70	**Années 80 et 90**
1	Spécialisation fonctionnelle	Intégration des services amont et aval
2	Communication hiérarchique	Réseau de communication renforcé
3	Grande série	Petite série
4	Production de masse	Renouvellement fréquent des produits
5	Equipement rigide	Equipement flexible
6	Stockage de la production	Production à la demande
7	Le délai n'est pas optimisé	Recherche de la maîtrise des délais
8	Livraison à partir du stock	Livraison JAT
9	Personnel uni-compétent	Personnel pluri-compétent
10	Rémunération du poste de travail	Rémunération des compétences
11	Poste de travail spécialisé	Rotation des tâches
12	Incitation à la productivité individuelle	Incitation à l'uniformité des rythmes de travail
13	Intégration verticale et horizontale	Externalisation et sous-traitance
14	Comptabilité analytique	Comptabilité par activité

Encadré exemple 1 : Stockage ou production à la demande ?

Cette application est développée dans Milgrom et Roberts (1988) et reprise dans Milgrom et Shannon (1994). Une entreprise a deux variables de décision, le nombre de variétés de produit qu'elle fabrique (**v**) et la fraction des commandes qu'elle produit à la demande (α).

Elle est tributaire de l'ensemble des paramètres suivants :

- **p(v)** = prix moyen par unité de produit, qui croît avec v
- **N** = nombre de consommateurs
- **n** = nombre d'unités de produits vendues à un consommateur, variable aléatoire, $n \sim L(\mu, \sigma_n^2)$
- **sv** = coût de lancement de la production, proportionnel au nombre de variétés
- **c** = coût marginal de production
- **m** = coût associé à la collecte des informations qui permettent de produire à la commande pour une fraction α des consommateurs.
- $\sigma_{1-\alpha} = \sigma((1-\alpha)N/v)^{1/2}$, l'écart type de la demande non contrôlée correspondant à la fraction 1-α de consommateurs, pour lesquels l'entreprise ne produit pas à la demande.
- $\sigma_{1-\alpha} F(p(v))$ = les pertes dues soit à la demande non satisfaite, soit à un excès de stockage. Elles sont proportionnelles à $\sigma_{1-\alpha}$, et augmentent avec **p** ($\Phi'(p)>0$).

Le profit total attendu est égal aux revenus attendus diminués des coûts de lancement de la production, des coûts de production, du coût de gestion de la production à la commande et des pertes dues au système de production sur stock :

$$\pi(v, \alpha; -\sigma, -\mu) = (p(v) - c)N\mu - \sigma v - \mu N\alpha - \sigma\sqrt{(1-\alpha)Nv}\,F(p(v))$$

Encadré exemple 2 : La stratégie industrielle moderne ou la production fordiste ?

Cette application est développée dans Milgrom et Roberts (1990). Il s'agit d'un modèle qui cherche à représenter de la manière la plus réaliste possible le comportement des entreprises modernes. Notamment, elle tient compte des décisions concernant le système d'information de l'entreprise et la flexibilité de l'usage des facteurs de production. L'entreprise a 12 variables de décision :

- **p** = le prix des produits
- **q** = le nombre espéré d'améliorations par produit et par période
- **a** = le délai de réception et de traitement d'une commande
- **b** = le délai de livraison
- **c** = le coût marginal direct de production
- **s** = le coût direct d'un lancement de production
- **d** = le coût de conception d'une amélioration de produit
- **e** = le coût supplémentaire de lancement de la production d'un produit renouvelé
- **m** = le nombre de lancements par période
- **r** = la probabilité d'une série défectueuse
- **w** = le coût (indirect) des gaspillages lors d'un lancement de production
- **n** = le nombre de produits

Les paramètres et relations fonctionnelles qui s'imposent à l'entreprise sont les suivants :
- r = coût marginal de réhabilitation d'une unité défectueuse- t = temps du calendrier
- i = coût de détention du stock par unité de produit
- $k = k(\mathbf{a,b,c,d,e,r,s,w,}t)$ = coût d'usage du capital
- $m = m(\mathbf{p,q,n,}t)$ = demande par produit exprimée par les clients en début de période
- $w = w(\mathbf{m,r,n})$ = délai attendu entre le traitement d'une commande et sa production
- $\mathbf{t} = \mathbf{a}+w+\mathbf{b}$ = délai imposé au client
- $d = d(\mathbf{t},t)$ = fraction honorée de la demande exprimée

Seule une fraction δ de la demande exprimée μ est honorée car une partie des clients est découragée par les délais. Elle s'écrit $m(\mathbf{p,q,n,}t)d(\mathbf{a}+w+\mathbf{b},t)$. δ traduit donc le coût d'opportunité du délai imposé au client. Dès lors, le profit de la firme s'écrit :

$$\pi(p,q,m,a,b,c,d,e,r,s,w,\tau) =$$
$$(p-c-r\rho-\iota/m)n\mu(p,q,n,\tau)\delta(a+w(m,r,n)+b,\tau)$$
$$-m(s+w)-nq(d+e)-\kappa(a,b,c,d,e,r,s,w,\tau)$$

Dans cette expression, on suppose les coûts de détention et de manutention des stocks directement proportionnel à la demande md et inversement proportionnel au nombre de lancements de production $\mathbf{m}$. Le premier terme correspond au profit par unité de production. Pour obtenir le profit, on lui retire le coût des changements : les coûts de lancement de la production, les coûts d'amélioration des produits le coût d'usage du capital, lié aux décisions concernant la technologie à chaque date t.

H1 : $\delta=\delta(t,\tau)$ est deux fois différentiable, non négative, $\delta_t<0$, $\delta_{tt}\geq 0$, $\delta t\tau\geq 0$.
H2 : $\omega=\omega(m,r,n)$ est deux fois différentiable, $\omega_m\leq 0$, $\omega_r\geq 0$, $\omega_{mr}\geq 0$.
H3 : $\mu=\mu(p,q,n,\tau)$ est deux fois différentiable, $\mu_q\geq 0$, $\mu_p\leq 0$ et le profit par unité de production est une fonction strictement quasi-concave de p.
H4 : $\mu=\mu(p,q,n,\tau)$ est non décroissante en τ et $\mu(-p,q,\tau)$ est supermodulaire pour n donné.
H5 : $\kappa(-a,-b,-c,-d,-e,-r,-s,-w,\tau)$ est submodulaire.

Encadré exemple 3 : L'arbitrage entre spécialisation et coordination dans un contexte incertain

Cette application est développée dans Athey et Schmutzler (1994). L'entreprise est immergée dans un environnement incertain, source de chocs affectant à la fois ses produits et ses procédés. Elle prend ses décisions en deux temps. Dans un premier temps, elle prend des décisions concernant des variables stratégiques sur la base de ses informations *a priori.* Ces variables stratégiques sont assimilées à des choix organisationnels. Selon les décisions prises en première période, elle observera son environnement avec plus ou moins de précision en seconde période. C'est sur la base de cette information qu'elle prend un certain nombre de décisions opérationnelles.

1 - Le modèle de base avec une incertitude simple

Décisions de première période :

L'entreprise décide des montants à investir dans trois domaines stratégiques différents :

- La flexibilité des machines et des personnes, qui réduit le coût marginal d'un changement dans la manière dont les travailleurs ou les machines produisent : $\mathbf{f} \in \Re^+$
- L'intégration qui réduit le coût marginal de coordination du changement : $\mathbf{i} \in \Re^+$
- La collecte d'information qui améliore la probabilité de percevoir un changement affectant l'environnement de l'entreprise : $\mathbf{c} \in \Re^+$

Le vecteur **V**=(f,i,c) représente ces décisions stratégiques. Chacune est un agrégat qui implique un ensemble de dépenses. Par exemple, la formation est un investissement de flexibilité, l'équipement en télécommunications, un investissement en intégration et la constitution d'une base de données sur les clients un investissement en collecte d'informations. Pour les auteur, le vecteur V représente les choix organisationnels de l'entreprise (« organizational design variables »).

Décisions de deuxième période :

L'entreprise capte des signaux sur l'environnement qui lui indiquent si de nouvelles opportunités d'innovation lui sont devenues accessibles (**X**=1 si c'est le cas, =0 sinon). Si X=1, l'entreprise considère le vecteur **U**(r,s) qui caractérise sa meilleure option d'ajustement selon l'information dont elle dispose :

- **r** = rendement d'un ajustement de la production à l'innovation ($\in \Re^+$)
- **s** = taille de l'ajustement nécessaire pour adopter l'innovation, sachant qu'un ajustement partiel est impossible($\in \Re^+$)

En fonction de U(r,s), l'entreprise fait un choix discret (**A**) : s'ajuster (A=1), ou ne rien changer (A=0).

Calcul de l'entreprise :

En fin de seconde période, l'entreprise calcule son gain π^2 de la manière suivante :

$$\pi^2(A,V;U) = B(A,r) - K^A(As,f,i) \quad \text{où } A \leq X$$

B décrit le bénéfice associé à l'innovation et K^A le coût d'ajustement ou de coordination du changement qui dépend de l'ampleur de l'ajustement et des investissements en flexibilité et en intégration. On note S=As, l'ampleur de l'ajustement. On suppose que B et K^A présentent les propriétés suivantes :

H1 : $\frac{\partial}{\partial r}\left[B(1,r) - B(0,r)\right] \geq 0$

H2 : $\frac{\partial^2}{\partial S \partial f} K^A(S,f,i) \leq 0 ; \frac{\partial^2}{\partial S \partial i} K^A(S,f,i) \leq 0$

H3 : $\frac{\partial^2}{\partial f \partial i} K^A(S,f,i) \leq 0$

H1 indique que le rendement de l'innovation accroît le bénéfice marginal de la décision d'ajustement, H2 signifie que la flexibilité et l'intégration réduisent les coûts marginaux d'ajustement et enfin, selon H3 l'intégration renforce la flexibilité dans son action de réduction du coût d'ajustement.

A*=A*(V ;U,X) est le choix optimal d'ajustement réalisé, en seconde période, par la firme lorsqu'elle a choisi V en première période et observé U au début de la seconde période. Il s'écrit :

$$A^*(V;U,X) \equiv \underset{\{A / A \in \{0,1\} \text{ et } A \leq X\}}{\operatorname{argmax}} \pi^2(A,V;U)$$

A la première période, la firme ne connaît pas la vraie valeur que prendra le vecteur U(r,s), elle ne connaît que sa fonction de répartition G(r,s). On suppose aussi que X est distribuée indépendamment de U et que la firme, en investissant dans l'information (c) affecte positivement la probabilité de percevoir les innovations qui lui sont devenues accessibles, la fonction de répartition correspondante étant notée F(X ;c). L'hypothèse H4 indique que la collecte d'informations accroît la probabilité de percevoir une nouvelle opportunité d'innovation.

H4 : $\frac{\partial}{\partial c} F(0;c) \leq 0$

Dans la première période, la firme choisit V en confrontant le profit espéré de ces investissements avec leur coût, qui est connu

$$\pi^1(V) = E_{u,X}\left[\pi^2(A^*,V;U)\right] - K^f(f) - K^i(i) - K^c(c)$$

Formalisation de l'instabilité :

L'accroissement de l'instabilité dans l'environnement de la firme se traduit par un changement dans la fonction G. C'est un paramètre γ qui va représenter cette instabilité (G(r,s ;γ)). Par ailleurs, la distribution conditionnelle de r sachant s est notée H(r$|$s ;γ). Les auteurs supposent qu'un accroissement de ce paramètre ne change pas la distribution marginale de s (H5), mais qu'il induit un déplacement dans la fonction de répartition de r en changeant la probabilité conditionnelle qu'un ajustement d'une taille donnée bénéficie d'un haut rendement (H6). De cette manière, l'instabilité que mesure γ augmente la probabilité qu'un ajustement d'une taille donnée soit intéressant à mettre en œuvre. Les hypothèses H5 et H6 s'écrivent :

H5 : $G_s(s, \gamma)=G_s(s)$

H6 : $\frac{\partial}{\partial \gamma} H(r|s;\gamma) \leq 0$

<u>2 - Le modèle enrichi avec une double incertitude</u>

Dans une seconde étape, les auteurs enrichissent le modèle en considérant deux formes d'innovation génératrices de deux types d'incertitude différentes : l'innovation de produits et l'innovation de procédés. Dans le modèle de base, l'innovation avait un effet positif sur le bénéfice l'entreprise (H1). Dans le modèle enrichi, l'innovation de produit permet

d'augmenter les prix, tandis que l'innovation de procédé réduit les coûts. Par ailleurs, toutes les variables du modèle de base se dédoublent. Ainsi, en première période, l'entreprise choisit 6 variables stratégiques : les investissements en flexibilité et intégration permettant de s'adapter aux innovations de produits (respectivement aux innovations de procédés), et les investissement en collecte d'information sur les nouvelles opportunités de produits (respectivement de procédés). En seconde période, elle prend 3 décisions : adopter l'innovation de produits, adopter l'innovation de procédé et produire une quantité Q. Si D désigne l'innovation de produit (D pour « design ») et T l'innovation de procédé (T pour « technology »), le profit de fin de seconde période s'écrit :

$$\pi^2(A^D, A^T, Q, V^D, V^T; U^D, U^T) = \left[P(Q, A^D, r^D) - C(Q, A^T, r^T)\right]Q - K^{A^D}(A^D, s^D, f^D, i^D) - K^{A^T}(A^T, s^T, f^T, i^T)$$

Les hypothèses H2 et H3 et H4, H5 et H6 s'appliquent désormais à chacun des deux types d'innovation dans un cadre où deux sources d'instabilité (γ^D,γ^T) coexistent. Pour rendre compte des tensions entre innovation de produits et innovation de procédés, les auteurs suppose que les coût d'intégration le long de ces deux dimensions ne sont pas séparables et qu'ils interagissent entre eux selon H7 :

H7 : $\dfrac{\partial^2}{\partial i^D \partial i^T} K^I(i^D, i^T) \leq 0$

CONCLUSION INTERMEDIAIRE

La seconde partie qui s'achève ici avait pour objectif de rassembler un ensemble de modèles théoriques formalisés décrivant certaines dimensions de l'organisation du travail, ou plus précisément, les caractéristiques de la division du travail interne à l'entreprise : partition en services, séparation des activités liées à la production de savoir et des activités de production directe, spécialisation ou polyvalence, travail isolé ou travail au sein d'un groupe.

Les modèles que nous avons sélectionnés forment certainement une liste incomplète. Mais leur identification dans la littérature économique est peu aisée car ils s'appuient sur une panoplie d'outils formels relativement hétérogènes. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre II, ces modèles ont en commun de s'appuyer, pour la plupart, sur une hypothèse de rationalité limitée. Autrement dit, l'organisation de l'entreprise est pensée comme un moyen de dépasser les limites de la rationalité de chacun des individus qui la compose. Il nous a semblé en effet que cette hypothèse était la plus apte à générer formellement les dimensions organisationnelles sur lesquelles nous avons souhaité nous focaliser dans cette thèse. Ce faisant nous avons laissé de côté les corpus de la théorie principal-agent et de la théorie des jeux. Nous n'avons pas non plus mené une investigation exhaustive dans la littérature plus proche des sciences de la gestion ou des « administrative sciences ». Cela eut été extrêmement coûteux. Ces directions de recherche restent ouvertes et méritent d'être explorées avec plus d'attention. L'échantillon d'articles que nous avons extrait et présenté fait néanmoins le tour d'un grand nombre de questions et soulève une bonne part des difficultés associées à toute tentative de modélisation de caractéristiques internes propres aux entreprises.

Dans cette conclusion de la partie II, nous allons nous employer à établir une synthèse des dimensions organisationnelles décrites par les modèles et à les rattacher aux dispositifs managériaux et pratiques organisationnelles qui ont été évoquées dans le chapitre I. Cette

première tentative pour relier la théorie économique et les pratiques des entreprises va être poursuivie tout au long de la partie III où nous allons tenter d'amener des éléments d'appréciation empirique en nous appuyant sur deux enquêtes statistiques françaises.

La polysémie des termes

Dès lors que l'on souhaite dresser un bilan de l'apport des modèles théoriques, un premier constat est celui d'une grande polysémie dans les termes utilisés. Les modèles que nous avons examiné sont marqués par deux époques différentes, deux moments de la « respiration » des organisations.

Les articles des années 60, 70 et du début des années 80 cherchent à analyser le développement des bureaucraties ou à comprendre le rôle joué par la main d'œuvre indirecte au sein des organisations. Deux réponses sont tour a tour évoquées : traiter l'information pour préparer les plans de production, superviser et contrôler les travailleurs. Une question économique récurrente est associée à ces analyses : les activités exercées par la main d'œuvre indirecte connaissent-elles des rendements décroissants qui viendraient imposer une limite à la taille de la firme ?

Les articles de la fin des années 80 et des années 90 ont une tonalité toute autre. La question centrale n'est plus celle du développement de la bureaucratie mais la question inverse. A l'aube du second millénaire, les entreprises n'ont plus autant besoin des services produits par l'encadrement intermédiaire. Les entreprises suppriment des niveaux hiérarchiques et valorisent une plus grande autonomie des travailleurs directs. Les économistes cherchent alors à analyser les motivations de ces changements et à en explorer les conséquences.

En terme de vocabulaire, la difficulté est que ces deux mouvements de l'organisation sont désignés par le terme « décentralisation ». Prenons trois exemples : Keren et Levhari (1983, 1989), Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988) et Aoki (1986, 1990).

Décentralisation

Chez Keren et Levarhi, la bureaucratie se décentralise en ajoutant des échelons hiérarchiques supplémentaires, car alors davantage de personnes participent au traitement de l'information, et partant, à la prise de décision de manière passive (décider de ne pas faire remonter une information jugée sans intérêt) ou active (prendre une décision d'allocation des ressources). Ajouter un niveau hiérarchique signifie donc partager la décision par rapport à une situation de pouvoir absolu où un seul individu, le chef d'entreprise, distribue directement des tâches à la main d'œuvre directe et la supervise. Si l'on reprend la terminologie de Mintzberg (1981) la structure simple est plus centralisée que la bureaucratie mécaniste.

Si l'on se tourne à présent chez Sah et Stiglitz, le passage de la hiérarchie à la polyarchie traduit une décentralisation. Pourtant, la hiérarchie chez Sah et Stiglitz est très différente de celle que l'on trouve chez Keren et Levhari, même si les deux modèles visent à décrire un flux d'information ascendant. Le « processeur racine » chez les premiers décide du plan de production en s'appuyant sur les informations partielles ses collaborateurs que lui ont transmises par l'intermédiaire de la ligne hiérarchique. Chez les seconds, en revanche, il tranche ou non en faveur d'un choix d'investissement avec une voix qui ne pèse pas plus que celle d'un des autres membres de la hiérarchie. On a chez Sah et Stiglitz une organisation ou chacun a le même pouvoir : celui de refuser un projet en ne lui accordant pas sa voix alors que chez Keren et Levhari, on a une division du travail : les niveaux hiérarchiques intermédiaires traitent l'information, le niveau supérieur décide. En quoi consiste la décentralisation plus grande de la polyarchie ? Il ne s'agit pas d'une différence dans la répartition du pouvoir car le pouvoir dans la hiérarchie et dans la polyarchie ne se mesure pas à la même aune : droit de

veto dans le premier cas, pouvoir d'acceptation dans le second. Il s'agit plutôt d'une différence dans les interdépendances entre individus : les individus forment un groupe dans la hiérarchie et la décision est collective, alors qu'ils sont atomisés dans la polyarchie puisqu'ils peuvent décider de manière indépendante les uns des autres. Tout ceci est d'autant plus vrai que les individus ne tiennent pas compte, dans leurs décisions, des décisions qui ont été prises avant eux : n individus ont accepté le projet dans la hiérarchie, ou l'ont refusé dans la polyarchie.

C'est une troisième forme de décentralisation que l'on trouve chez Aoki. Elle peut s'interpréter comme quelque chose d'opposé à ce que décrivent Keren et Levarhi : supprimer des niveaux hiérarchiques correspond à une décentralisation. Cependant, dans les modèles de Aoki, la suppression d'un niveau hiérarchique implique que le pouvoir de décision passe au niveau inférieur. Ainsi si l'on passe de trois niveaux hiérarchiques à deux niveaux hiérarchiques, les travailleurs directs doivent prendre des décisions seuls, en fonction des informations dont ils disposent ou qu'ils collectent en communiquant de façon transversale. Un niveau hiérarchique en moins chez Keren et Levarhi correspond à une situation où le responsable hiérarchique de niveau supérieur prend des décisions pour un plus grand nombre de subordonnés. Plus généralement, en théorie des équipes, la notion de décentralisation est plus complexe qu'ailleurs car, comme nous l'avons vu dans le chapitre III, il s'agit de distinguer la décentralisation de l'information de la décentralisation de la décision.

Organisation pointue et organisation plate

Le terme de décentralisation est le plus fortement polysémique, néanmoins, d'autres termes peuvent aussi semer la confusion. Il en est ainsi de l'idée que l'on se fait d'une organisation plus plate. Dans les théories qui décrivent la hiérarchie, hiérarchie pointue et hiérarchie plate s'opposent. La hauteur de la hiérarchie, la taille de la main d'œuvre directe et l'étendue du contrôle contribuent à définir la forme de la pyramide hiérarchique. Comme nous

l'avons vu dans la première section du chapitre IV, les hiérarchies considérées dans les modèles sont soit régulières, soit uniformes. Dans ce cas, une organisation ayant un plus grand nombre de niveaux hiérarchiques est en général considérée plus pointue.

Les modèles de Kennedy (1994) et Bolton et Dewatripont (1994) envisagent une troisième forme d'organisation : le réseau en ligne d'assemblage. Cette forme d'organisation s'appuie uniquement sur un traitement séquentiel alors que dans la hiérarchie, il y a à la fois du traitement séquentiel, que traduit la ligne hiérarchique, et du traitement parallèle au sein de chacun des niveaux hiérarchiques. Kennedy construit son modèle en ayant en tête l'exemple d'un cabinet d'avocat. Le travail peut y être organisé de deux manières différentes : en séquence ou en parallèle. Dans le premier cas, le dossier est décomposé en étapes et passe d'un spécialiste à un autre dans une séquence. Dans le second, une personne s'occupe d'un dossier de A à Z. Lorsque Bolton et Dewatripont décrivent le réseau en ligne d'assemblage , il ont plutôt en tête des exemples dans l'industrie. Pour Kennedy, comme pour Bolton et Dewatripont, la diffusion des technologies de l'information favorise des organisations plus plates. Mais pour Kennedy, une hiérarchie à deux niveaux est plus plate qu'un réseau en ligne d'assemblage alors que l'inverse est vrai pour Bolton et Dewatripont. De fait, selon que l'on dessine le réseau en ligne d'assemblage verticalement ou horizontalement, on aura deux visions différentes de la nature «plate » ou «pointue » de l'organisation. Ainsi, on pourrait dire que la hiérarchie de Sah et Stiglitz est un réseau en ligne d'assemblage décrit dans la dimension verticale. De manière générale, les théories du traitement de l'information génèrent des réseaux qui peuvent difficilement être décrits comme « plats » ou « pointus ». Le graphique 4.4 en donne un bon exemple. Elles cherchent à décrire le circuit poursuivi par un flux d'information et ce qu'elles représentent n'a plus rien à voir avec la structure formelle d'un entreprise telle qu'elle est décrite par un organigramme.

Spécialisation du savoir et savoir généraliste

La question du caractère spécialisé ou généraliste du savoir détenu par les membres de l'organisation ne reste que très partiellement formalisée dans les modèles sous revue. Itoh (1987) aborde cette question, qui est aussi présente chez Crémer (1990, 1993), chez Geanakoplos et Milgrom (1991) et dans notre modèle à main d'œuvre homogène. Mais ce que ces auteurs entendent par savoir « spécialisé » ou « généraliste » est très différent.

Pour Itoh un chef d'atelier a un savoir spécialisé lorsqu'il sait parfaitement identifier un choc sur les coûts dans un contexte particulier de l'environnement global de l'entreprise, tandis que son savoir est généraliste lorsqu'il dégage une performance moyenne à l'identification des chocs dans une large palette de situations.

Crémer n'utilise pas l'expression « spécialisation du savoir » mais la question qu'il traite peut s'interpréter dans ces termes. Ce n'est pas ce que les membres de l'équipe connaissent de configurations de chocs particulières qui intéresse Cremer, mais la nature uniforme (« common knowledge ») ou différenciée des informations détenues par chacun. On peut considérer cependant que si l'information est différenciée (décentralisée), chacun est « spécialisé » dans la constitution d'un savoir particulier alors que si elle est indifférenciée (centralisée) le savoir de chacun pourra être considéré dans l'entreprise comme « généraliste ».

Comme Crémer, Geanakoplos et Milgrom considèrent une information différenciée : chaque responsable d'atelier dispose d'une information qui lui est spécifique car il a une capacité de traitement différenciée en fonction des sources d'information et il choisit le temps qu'il alloue au traitement de chacune. Cependant, cette hypothèse complexe est très vite abandonnée pour un cadre simplifié où les responsables d'atelier sont tous identiques, ce qui revient à centraliser l'information.

Le thème de la nature du savoir est aussi abordé par notre modèle à main d'œuvre homogène. Mais au lieu d'évoquer le caractère «spécialisé » ou « généraliste » du savoir, nous nous intéressons à sa standardisation ou à son caractère tacite. Dans le premier cas, c'est une main d'œuvre spécialisée dans les tâches de conception qui l'élabore, dans le second, sa production repose sur un investissement de l'ensemble de la main d'œuvre directe dans les tâches cognitives. Un savoir standardisé s'appuie sur une information centralisée par une main d'œuvre spécialisée tandis qu'un savoir tacite est fait d'informations décentralisées.

S'il est possible de trouver des liens entre le «common knowledge » de Crémer, les conséquences en terme de savoir de l'allocation de l'attention du manager chez Geanakoplos et Milgrom et la standardisation du savoir dans notre modèle à main d'œuvre homogène, il n'y a pas de passage clair entre la formalisation de Itoh et les autres modèles. Un savoir généraliste au sens de l'un ne l'est pas forcément au sens des autres car ce sont des critères différents qui définissent la « généralité » du savoir.

Complémentarité

La notion de complémentarité est moins polysémique que les notions précédentes car elle se définit tout d'abord de manière mathématique. On peut reprendre la définition proposée par Alchian et Demsetz (1972), selon laquelle la complémentarité définit une équipe de production.

« Team production of Z involves at least two inputs, Xi and Xj, with $\frac{\partial^2 Z}{\partial X_i \partial X_j} \neq 0$ *» (p. 779)*

Néanmoins, un grand nombre de formes de complémentarités différentes peuvent découler de cette définition. Tout dépend de ce que l'on définit comme X_i et X_j. Chez Beckmann (1977, 1985) et Rosen (1982), il s'agit du travail direct et des services fournis par

l'équipe des managers-superviseurs. Valsecchi (1992) et Carmichael et Mac Leod (1993) considèrent directement des tâches. Ces liens étroits entre les tâches vont résonner ou non au niveau des facteurs de production selon la manière dont elles seront regroupées en poste de travail. Lindbeck et Snower (1996), Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) envisagent aussi des complémentarités entre tâches. Pour les premiers, elles trouvent leur origine dans la technique, tandis que les seconds privilégient l'accent mis sur la qualité. Les modèles de Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) pourraient aussi être interprétés dans un cadre où la tension sur les flux génère les complémentarités. Par rapport à Beckmann et Rosen, cette seconde génération de modèles formalisent des interdépendances horizontales plutôt que verticales. Pour les deux modèles que nous avons proposé, les activités de conception, génératrices de savoir local sur la production, sont complémentaires aux activités de production directe. Dans le modèle centralisé, la séparation de ces deux activités génère une interdépendance verticale et une complémentarité entre types de main d'œuvre alors que dans le modèle décentralisé cette complémentarité est gérée par l'individu dans le cadre de son poste de travail.

Tous ces modèles, centrés sur les complémentarités productives, conduisent donc à des diagnostic différents, mais pas forcément incompatibles, sur les caractéristiques du nouveau modèle productif. Pour Kremer, et Kremer et Maskin, les nouveaux principes productifs centrés sur la qualité et les délais renforcent les interdépendances horizontales alors que Lindbeck et Snower montrent comment la polyvalence réduit ces mêmes interdépendances et que dans nos formalisations, l'autonomie atténue les interdépendances verticales.

Enfin, pour la théorie des complémentarités productives (Milgrom et Roberts, 1988, 1990 ; Athey et Schmutzler, 1994), Xi et Xj ne sont plus des tâches ou des facteurs de production, mais des dispositifs managériaux. Ces auteurs insistent en effet sur les complémentarités entre différentes dimensions organisationnelles.

La correspondance avec des dispositifs managériaux

Les différents modèles sous revue dans la partie II cherchent tous à analyser la logique interne de pratiques couramment rencontrées dans les entreprises. Les tableaux II.1 et II.2 résument les grandes caractéristiques des modèles en précisant la principale dimension organisationnelle formalisée, le paramètre, la variable ou la fonction affectée par cette dimension et les dispositifs managériaux auxquels les auteurs des modèles font référence. Le tableau II.1 reprend les modèles des chapitres III et IV, centrés sur la formalisation du système d'information tandis que le tableau II.2 s'appuie sur les modèles du chapitre V, consacrés à la formalisation du système de production.

[Insérer tableau II.1]

Les pratiques visées par les modèles sont contingentes à la période de production des articles. Ainsi, la question de la structure optimale de la hiérarchie occupe bon nombre d'articles de la théorie des équipes et de la théorie du traitement de l'information et quelques articles centrés sur le système de production de l'entreprise. Crémer (1980) s'attache à identifier la partition optimale en services. Geanakoplos et Milgrom (1991), Beckmann (1960, 1977 et 1985), Williamson (1967) et Keren et Levhari (1983, 1989) s'interrogent sur l'étendue du contrôle ou la taille des services et sur la hauteur de la hiérarchie. Keren et Levhari élargissent aussi le répertoire de description de la hiérarchie en modélisant la codification et l'agrégation de l'information qui devient une variable de décision pour l'entreprise au même titre que l'étendue du contrôle. Enfin, Calvo et Wellicz (1978, 1979) et Rosen (1982) cherchent à approfondir la description de l'activité de supervision et de contrôle des responsables hiérarchiques.

Les modèles où l'organisation est décrite comme un facteur de production spécifique (Otani, 1996 ; Prescott et Vissher, 1980 ; Meyer, 1994 ; tableau II.2) s'intéressent à des

dispositifs managériaux visant à recueillir une information sur la qualité des facteurs de production : période d'essai, tests d'aptitude, essais de prototypes, création de binômes anciens /nouveaux sur un projet. Ils forment un groupe à part car ils ne visent pas à décrire des pratiques managériales en voie de diffusion rapide au sein des entreprises. L'idée qu'un nouveau style de management est en train de se mettre en place au sein des entreprises n'est pas évoqué par les auteurs. Ils souhaitent principalement souligner que le management de l'entreprise acquiert une compétence en mettant en place des expériences pour mieux connaître la technologie qui est donnée mais imparfaitement connue. Ils retrouvent néanmoins les préoccupations des théories de la hiérarchie en cherchant à identifier des facteurs imposant une limite sur la taille ou la croissance de la firme.

[Insérer tableau II.2]

Focalisées sur les questions de la maîtrise de l'erreur et du temps, les théories du traitement de l'information ne font pas pour autant référence aux dispositifs managériaux visant à réduire les délais entre commande, production et livraison ou à ceux qui cherchent à limiter au maximum les rebuts en fabrication et les retour après-vente. Les articles de Kennedy (1994), Radner (1993), Bolton et Dewatripont (1994) Radner et Van Zandt (1992), Van Zandt (1996) restent très attachés à la description de la structure du réseau de traitement de l'information. Chez Kennedy et Bolton et Dewatripont, il y a l'intuition que l'informatisation peut affecter la forme des réseaux en ouvrant de nouvelles possibilités de traitement de l'information, ce qui a des effets sur le nombre des niveaux hiérarchiques. La question des cadences et des goulets d'étranglement est pourtant au cœur des nouvelles organisations productives qui visent à tendre les flux et chasser les temps morts. Enfin, les modèles de Sah et Stiglitz sont plus proches des sciences politiques que de la théorie économique de la production. Leurs références sont les systèmes démocratiques et despotiques. Néanmoins, ne parle-t-on pas de la diffusion des pratiques participatives comme d'une démocratisation de l'entreprise ? Notamment, cette idée était prégnante dans la mise en

place des lois Auroux en France. Sah et Stiglitz nous enseignent qu'en étant plus démocratiques, les entreprises ne font pas les mêmes erreurs que lorsque le pouvoir est concentré. Elles rejettent moins souvent de bon projets mais en acceptent aussi plus souvent de mauvais.

La théorie des équipes a été plus directement sollicitée pour décrire les nouvelles formes d'organisation. Aoki a influencé les choses dans son article de 1986 en utilisant cette théorie pour opposer structure d'information verticale et horizontale ou firme américaine et firme Japonaise. Dans cet article, Aoki fait explicitement référence aux systèmes kanban et juste-à-temps. Il insiste sur l'apprentissage que font les ateliers Japonais de la gestion des événements émergents, mais ce n'est que dans son article de 1990(a) qu'il formalise un travail collectif dans le traitement des informations puisqu'il introduit de la communication entre les ateliers. Ces moments d'échange entre les ateliers peuvent s'apparenter à des groupes de résolution de problème ou à des équipes de travail autonomes. Le modèle de Carter (1995) demeure dans l'esprit de ceux de Aoki puisqu'il formalise deux dispositifs managériaux nouveaux : le juste-à-temps et la démarche de qualité totale. Le modèle de Itoh (1987) sur lequel Aoki (1990) s'appuie fournit des outils pour formaliser l'amplitude de la sphère d'expertise des responsables d'atelier. Autrement dit, l'entreprise favorise-t-elle l'acquisition d'un savoir fortement spécialisé ou bien préfère-t-elle une compétence plus généraliste ? Cette question a des points communs avec celles que pose Crémer, dans ses modèles de 1990 et 1993. Il propose de modéliser la formation d'une culture d'entreprise en s'appuyant sur la théorie des équipes. La culture d'entreprise est le savoir commun que les individus acquièrent en échangeant des informations, en s'observant mutuellement et en observant la marche de l'entreprise. On investit dans la culture d'entreprise au détriment de savoirs spécialisés.

Les modèles du chapitre V complètent ceux des chapitres III et IV. Système d'information et système de production entretiennent des liens étroits. Ainsi, la question de la spécialisation du savoir que l'on trouve chez Itoh et Crémer trouve des échos chez Carmichael

et Mac Leod (1993), Lindbeck et Snower (1996) et dans les deux modèles que nous avons proposés. Seulement, ici, il ne s'agit plus de savoirs mais de tâches. Carmichael et Mac Leod opposent un modèle où les individus sont formés sur plusieurs tâches à un autre où ils ne sont capables d'en réaliser qu'une seule. Les salariés pluri-compétents seront capables de migrer d'une tâche vers une autre en réponse aux chocs technologiques alors que les autres ne le pourront pas. Lindbeck et Snower s'intéressent à la polyvalence, c'est à dire au fait que pendant un même cycle de production, des individus vont partager leur temps entre plusieurs tâches plutôt que de n'en réaliser qu'une seule.

Dans nos modèles, nous proposons de distinguer les organisations où tâches de conception et d'exécution sont exercées par les mêmes individus à celles où des individus se spécialisent à plein temps dans une seule activité. Dans le premier cas, les travailleurs sont plus autonomes car ils peuvent traiter de l'information et prendre des décisions face aux difficultés qu'ils rencontrent dans l'activité de production directe dont ils sont responsables. Cette modélisation a de nombreux points communs avec celle de Aoki (1986, 1990a). Dans les deux cas, les modèles peuvent être utilisés pour décrire les dispositifs managériaux comme les équipes de travail autonomes, les groupes de résolution de problème ou les groupes de projet.

Enfin, les modèles de Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) modélisent les conséquences sur les activités de production des systèmes de qualité totale et de flux tendus ou de juste-à-temps alors que les modèles de Aoki (1986, 1990a) et Carter (1995) analysent leurs conséquences sur les structures de décision et d'information.

La théorie des complémentarités productives est, encore une fois, à part car elle ne vise pas à rendre compte d'une dimension organisationnelle ou d'un dispositif managérial mais de l'articulation d'un ensemble de dimensions organisationnelles ou de dispositifs managériaux. Nous renvoyons au tableau 5.2 qui liste les traits associés aux stratégies industrielles

anciennes et modernes. Elle fait néanmoins échos aux principes de dualité énoncés par Aoki et évoqués dans le chapitre III, puisque ces principes suggèrent des lignes de complémentarité entre structure d'information, structure d'incitation et structure de contrôle financier. Elle est aussi proche des travaux insistant sur la notion de modèle industriel et évoqués dans le chapitre I (Boltanski et Thévenot, 1987 ; Boyer, 1991 ; Salais et Storper, 1994 ; Boyer et Durand 1998).

Le traitement du changement organisationnel

Jusqu'à présent, nous avons insisté sur les dimensions organisationnelles formalisées par les différents modèles et sur les dispositifs managériaux associés et nous n'avons que très peu parlé de changement organisationnel. Or une partie des modèles sous revue s'intéressent directement au changement organisationnel et ne proposent la formalisation d'une dimension organisationnelle que pour rendre compte de la manière dont elle évolue. C'est l'objet de notre chapitre VI que de décrire les facteurs qui font pression pour susciter un changement. Nous n'allons donc pas les évoquer ici. Nous souhaitons, en revanche, revenir sur la notion de changement organisationnel sous-jacente aux modèles.

Certains modèles font explicitement référence à un changement organisationnel et puisent leurs exemples dans la vie concrète des entreprises, mais dans tous les cas, ce n'est jamais le processus du changement à proprement parler qui est modélisé. Aucun modèle ne soulève la question de la dynamique temporelle du changement et des coûts qui y sont associés. Le cadre général de raisonnement est plutôt celui de la statique comparative. Les modèles sous revue adoptent deux stratégies différentes avec une fréquence à peu près équivalente : le changement est représenté comme dichotomique ou bien il est assimilable à un changement continu. Le tableau II.3 caractérise les modèles examinés en fonction de la représentation du changement organisationnel qui leur est associée.

[Insérer tableau II.3]

Les modèles qui adoptent la première stratégie décrivent le changement organisationnel comme passage d'une situation polaire à la situation opposée. Cette stratégie est d'ailleurs souvent explicitement associée à la question du changement organisationnel, qui dès lors est appréhendé comme une rupture ou un changement structurel. Les termes utilisés pour décrire l'ancien sont américain ou occidental, hiérarchique, mécanique, tayloriste ou centralisé. Le moderne est quant à lui Japonais, horizontal, organique, holiste ou décentralisé. La plupart des modèles que nous avons pu associer à des dispositifs managériaux nouveaux modélisent sous forme dichotomique le passage de l'ancien au moderne. Dans ce cas, l'entreprise qui choisit son organisation doit choisir entre deux technologies radicalement différentes.

Parmi les modèles qui relèvent de cette stratégie, certains sont néanmoins difficiles à classer en ces termes. C'est le cas notamment des modèles de la théorie du traitement de l'information de type « hiérarchie d'automates ». Dans ces modèles, les formes organisationnelles analysées ne sont pas classées en fonction de leur degré de modernité. La démarche est toute autre. Les auteurs partent du principe que la question des délais est structure les formes organisationnelles et ils montrent en quoi cette question permet de déboucher sur des formes connues comme la hiérarchie régulière.

La seconde stratégie opte pour un choix d'une ou de plusieurs variables organisationnelles de type quantitative. Par exemple, dans la théorie de la hiérarchie, au delà du choix des quantités de facteurs de production, le chef d'entreprise doit déterminer le nombre de niveaux hiérarchiques et l'étendue du contrôle ou le nombre de subordonnés de chacun des responsables hiérarchiques. Le choix de ces quantités détermine la forme organisationnelle de l'entreprise et la forme exacte de la fonction de production car l'articulation entre les facteurs de production au sein de la fonction de production dépend du choix des variables organisationnelles. De même, chez Athey et Schmutzler (1994),

l'entreprise investit dans trois domaines, la flexibilité, l'intégration et la collecte d'information qui mesurent les caractéristiques organisationnelles de l'entreprise et déterminent la forme de la fonction de production.

Dans cette catégorie, il est difficile d'interpréter les modèles qui traitent l'organisation comme un facteur de production en terme de changement organisationnel. Si l'organisation est un input, ce sont les changements de prix relatifs qui impulsent les changements dans la quantité de facteur organisationnel. Or si l'organisation existe comme facteur de production, elle n'a pas de prix observable connu. Dans les trois modèles que nous avons examiné, le facteur en question est une compétence managériale accumulée dans l'entreprise, par l'observation de la marche du processus de production. Il est difficile de considérer qu'une variation de cette quantité de savoir constitue à elle seule un changement organisationnel. Néanmoins, pour construire cette compétence, l'entreprise recoure à des dispositifs managériaux particuliers qui ne sont pas assimilables à des facteurs de production mais bien à des pratiques organisationnelles. Enfin, considérer que l'organisation peut se représenter à partir de variables quantitatives ne signifie pas que ces variables sont assimilables à des facteurs de production. Comme nous l'avons souligné plus haut, sélectionner une quantité donnée d'une de ces variables va avoir des effets sur l'articulation des facteurs au sein de la fonction de production.

Si l'on veut traiter de manière plus générale du changement organisationnel dans les modèles sous revue, on peut dire qu'une bonne partie d'entre eux traduit, sous une forme ou une autre, un mouvement d'un mode de coordination à dominante verticale vers un mode de coordination où les échanges horizontaux prennent une place de plus en plus importante. Le tableau II.4 tente de synthétiser les différents aspects des deux modes de coordination en s'appuyant sur l'ensemble des modèles.

[Insérer tableau II.4]

La coordination à dominante verticale est associée, dans les modèles, à la spécialisation. Elle permet l'apprentissage, qui est source de précision dans les connaissances lorsqu'il s'agit du traitement de l'information, dans les gestes lorsqu'il s'agit de la spécialisation des tâches. La structure d'information la plus économique en nombre de canaux de communication lorsque la spécialisation est forte est de type verticale. L'information est centralisée et elle donne naissance à un savoir sur la production standardisé. L'information circule et est traitée le long de la ligne hiérarchique qui prend des décision et élabore des instructions. Dès lors, la main d'œuvre directe est dans une position où elle ne fait qu'exécuter les consignes alors que la main d'œuvre indirecte se consacre entièrement à une activité de préparation et de conception des tâches directement productives. Cette forme de coordination génère des interdépendances verticales : le travail des responsables hiérarchiques n'est pas directement productif, mais il renforce l'efficacité de la main d'œuvre directe.

Les nouvelles formes d'organisation rompent avec cette verticalité du mode de coordination. Elle le font tout d'abord en s'appuyant sur une division horizontale du travail moins poussée. Des savoirs plus locaux et plus tacites sont sollicités tandis que les postes de travail sont conçus en recomposant des tâches séparées dans l'ancien mode de production. Le mouvement d'intégration du savoir et des tâches répond à la mise en place d'objectifs plus complexes dans les activités productives, associant la quantité, la qualité et les délais. La réalisation de ces objectifs s'appuie sur la gestion d'interdépendances entre postes de travail productifs au moyen d'échanges d'information horizontaux. Ce mode de coordination plus horizontal dote la main d'œuvre impliquée dans les tâches productives d'un pouvoir de décision plus important que dans le mode de coordination vertical. Dès lors, la divsion verticale du travail n'est plus réalisée par l'intermédiaire d'une structure de type hiérarchique. Mais les modèles n'indique pas clairement la forme prise par les nouveaux réseaux de prise de décision. Le réseau en ligne d'assemblage est parfois évoqué mais il semble qu'il est plutôt attaché à un type particulier de processus de production, comme le travail à la chaîne, qu'aux

nouvelles formes d'organisation. Par ailleurs, comme le montrent les théories du traitement de l'information les réseaux les moins coûteux en terme de délai de traitement de l'information sont de type hiérarchique. Pour cette question précise du traitement de l'information, les réseaux associés au nouveau modèle ne sont donc pas forcément en rupture totale avec le modèle hiérarchique.

L'opposition entre coordination horizontale et coordination verticale est à rapprocher du débat plus ancien entre marché et plan (Hayek 1945). Le premier exclut la hiérarchie, que le second suppose. La coordination horizontale se rapproche du marché par le fait que chaque agent est une unité de décision, qu'il opère lui-même ses choix en observant ses propres contraintes ainsi que des signaux émis par les autres agents. Cependant, plusieurs traits importants les distinguent. D'abord la coordination horizontale au sein d'une organisation se fait dans le cadre d'une communauté des objectifs (qui peut n'être que partielle avec des agents opportunistes, mais est en tous cas présente). Ensuite au sein de l'organisation il n'y a pas obligatoirement d'échange direct, de réciprocité immédiate, entre les individus. Chacun espère obtenir un gain de la coopération à travers le résultat collectif qu'elle permettra, et non directement dans l'acte de coopération lui-même. Enfin le marché ne transmet idéalement qu'un seul signal : le prix. A l'opposé la coordination horizontale suppose en général un échange plus riche d'information, justifié par des interdépendances étroites des unités à coordonner. Ainsi un système de production juste-à-temps repose sur la transmission entre les unités de données concernant les quantités d'intrants demandées à chaque instant. Un système de coordination par les prix engendrerait des délais dont la réduction est justement l'objectif de ce système. La coordination verticale peut être plus directement assimilée au schéma traditionnel de planification, c'est-à-dire d'allocation par les quantités (et non par les prix) et déterminée de manière centralisée.

La caractérisation des organisations « ancienne » et « moderne » que propose le tableau II.4 résume des orientations qui sont dispersées dans les modèles sous revue. Notamment la

description du système d'information et du système de production est rarement réunie dans un seul modèle. Beckmann est peut-être le seul auteur à s'être penché sur le système d'information tout en essayant de construire un lien avec le système de production. Aussi la cohérence entre les différentes cases du tableau au sein d'un modèle d'organisation est supposée plus que démontrée. Par ailleurs, l'ancien et le nouveau ne s'opposent que dans leur forme la plus polaire. C'est pourquoi nous avons préféré parler de dominante verticale et horizontale. Par exemple, structures d'information horizontale et verticale peuvent tout à fait coexister au sein d'une même entreprise. La première permet de gérer les problèmes opérationnels au quotidien, la seconde de planifier les décisions stratégiques et de contrôler le travail dont la responsabilité a été décentralisée.

La partie III vers laquelle nous nous tournons à présent cherche à confronter les enseignements des modèles à des observations issues d'enquêtes statistiques sur la France.

Tableau II.1 : Formalisation du système d'information et dispositifs managériaux

Modèle	Dimension formalisée		Paramètre, variable ou fonction affectées		Dispositifs managériaux associés
Théorie des équipes : la décentralisation de l'information					
Carter (1995)	Information décentralisée entre production et marketing, un décideur unique, communication		FP quadratique (interdépendance) CM et RM linéaires pentes connues et constantes aléatoires (incertitude) Niveau interne à la firme où s'établit le calcul d'optimisation (lieu de décision)		Juste-à-temps, qualité totale
Aoki (1986)	Information centralisée, décentralisation de la décision vers les ateliers, apprentissage				Kanban, Juste-à-temps,
Itoh (1987)	Information et décision décentralisées vers les ateliers, responsable d'atelier généraliste ou spécialiste				Degré de spécialisation de la main d'œuvre indirecte
Aoki (1990a)	Information et décision décentralisées, communication entre ateliers, apprentissage				Groupes de résolution de problèmes, équipes de travail autonomes
Crémer (1990, 1993)	Information centralisée (« common knowledge ») décision décentralisée, pas de communication				Culture d'entreprises, réunions
Crémer (1980)	Information et décision décentralisées, hiérarchie à 3 niveaux (centre, services, ateliers) désagrégation du plan de production	Structuration en services spécialisés			Structure multidivisionnelle
Geanakoplos et Milgrom (1991)		Liens entre capacités managériales et taille des services			Etendue du contrôle
Théories du traitement de l'information : la décentralisation des décisions					
Sah et Stiglitz (1985,1986,1988)	Différentes règles de sélection de projets : polyarchies, hiérarchies et comités		Forme de la composition des erreurs individuelles		Démocratie dans l'entreprise
Beckmann (1960) Williamson (1967)	Séparation entre des travailleurs administratifs travailleurs directs Perte de contrôle, erreurs dues au relâchement de l'effort	Rapports de salaires donnés, forme des rendements d'échelle	Arithmétique de la hiérarchie, formalisée comme une structure	discrète	Etendue du contrôle et nombre de niveaux hiérarchiques
Calvo et Wellicz (1978, 1979)		Contrôle de l'effort (« Monitoring ») et hiérarchie des salaires			Systèmes de supervision
Keren et Levhari (1983, 1989)	Hiérarchie régulière et délai de traitement « batch » de l'information, division du travail dans l'agrégation de l'information			continue	Maîtrise des délais de traitement de l'information, codification de l'information
Kennedy (1994)	Traitement parallèle ou séquentiel de l'information avec supervision et complexité décroissante dans une structure à 2 niveaux hiérarchiques		Fonction de production du traitement de l'information		Baisse des niveaux hiérarchiques et informatisation (« leaner » et « flatter »)
Radner (1993)	Décentralisation du traitement de l'information pour la décision, hiérarchie, structure en réseau et délai	Traitement « batch » et « temps morts »	Modèle de l'ordinateur, calculs centrés sur les délais et le nombre de processeurs		Structures matricielles, organisations plates
Bolton et Dewatripont (1994)		« Temps réel » et Spécialisation			Goulets d'étranglement dans le traitement de l'information, cadences et informatisation
Radner et Van Zandt (1992) Van Zandt (1996)		« Temps réel » et stationnarité du réseau			

Tableau II.2 : Formalisation du système de production et dispositifs managériaux

Modèle	Dimension formalisée		Paramètre, variable ou fonction affectées	Dispositifs managériaux associés
L'organisation comme facteur de production spécifique : connaître les inputs				
Otani (1996)	Dans une phase d'apprentissage, le manager accumule des connaissances sur les machines dont la qualité est supposée hétérogène		Le savoir accumulé par le manager entre comme un capital dans la fonction de production	Apprentissage des managers sur des postes opérationnels
Prescott et Vissher (1980)	Le manager accumule un savoir sur les travailleurs entrants dont les aptitudes sont supposées hétérogènes	Passage des entrants par une tâche filtre, pour identifier leurs aptitudes		Période d'essai, tests d'aptitude, stages et travail temporaire
Meyer (1994)		Spécialisation par projet des entrants ou rotation sur plusieurs projets		Equipes de projet mêlant anciens et nouveaux
L'organisation façonneuse des complémentarités technologiques : interdépendances verticales et horizontales				
Beckmann (1977, 1985)	L'interdépendance générée par la division verticale du travail	…génère de l'hétérogénéité au sein d'une main d'œuvre homogène	Fonction de production récursive	Etendue du contrôle, nombre de niveaux hiérarchiques et systèmes de supervision
Rosen (1982)	La séparation du travail « direct » et du travail « indirect » …	…pose des problèmes d'allocation aux tâches lorsque main d'œuvre hétérogène	Hiérarchie des salaires	
Valsecchi (1992) **Carmichael et MacLeod (1993)**	L'interdépendance générée par la division horizontale du travail La définition d'un poste de travail en terme de tâches…	…génère des interdépendances stratégiques	Incitations à accepter ou refuser le changement technologique	Pluri-compétence (« Multiskilling » versus « single skilling ») Rotation sur plusieurs tâches dans le temps
Lindbeck et Snower (1996)		…permet de déconnecter productivité et rémunération	Articulation entre l'espace des tâches et celui des facteurs de production	Polyvalence (« multiple task » versus « single task »)
Kremer (1993)		…est source d'interdépendances en terme de délais ou de qualité	Fonction de production « o'ring »	Qualité totale Flux tendus
Kremer et Maskin (1996)			Hiérarchie des salaires et besoins de qualifications	
Greenan et Guellec (1994)	Spécialisation des activités de conception ou intégration conception/exécution	Apprentissage par la pratique et communication avec main d'œuvre homogène	Articulation entre espace des tâches, espace des services des facteurs…	Equipes de travail autonomes, groupes de résolution de problèmes et groupes de projet versus spécialisation verticale et standardisation du savoir
Caroli, Greenan et Guellec (1997)		Autonomie avec main d'œuvre hétérogène	…et espace des qualifications	
Milgrom et Roberts (1988)	Complémentarités productives entre technologies flexibles,…	…différenciation, production à la commande	La fonction de production respecte la mathématique des complémentarités	Nouvelle stratégie ou modèle industriel alliant les dispositifs managériaux innovants et les Technologies de Fabrication Avancées
Milgrom et Roberts (1990)		…maîtrise des délais et livraison juste-à-temps		
Athey et Schmutzler (1994)		…collecte accrue d'information et intégration des fonctions		

Tableau II.3 : Le changement organisationnel dans les modèles

Modèle	Changement organisationnel	
	Dichotomique / Quantitatif	**Pôles ou dimension affectée**
FORMALISATION DU SYSTEME D'INFORMATION		
Théorie des équipes : la décentralisation de l'information		
Carter (1995)	Dichotomique	Occidental / (juste-à-temps ou qualité totale)
Aoki (1986, 1990a)	Dichotomique	Américain ou hiérarchique / japonais
Itoh (1987)	Quantitatif	Degré de spécialisation du savoir du chef d'atelier
Crémer (1990)	Dichotomique	Information différenciée / information indifférenciée
Crémer (1993)	Quantitatif	Quantité de « common knowledge »
Crémer (1980)	Quantitatif	Partition en services
Geanakoplos et Milgrom (1991)	Quantitatif	Etendue du contrôle
Théorie du traitement de l'information		
Sah et Stiglitz (1985,1986)	Dichotomique	Hiérarchie / polyarchie
Sah et Stiglitz (1988)	Quantitatif	Nombre de voix dans un comité
Beckmann (1960),	Quantitatif	Hauteur de la hiérarchie
Williamson (1967)	Quantitatif	Hauteur de la hiérarchie
Calvo et Wellicz (1978, 1979)	Quantitatif	Hauteur de la hiérarchie
Keren et Levhari (1983, 1989)	Quantitatif	Etendue du contrôle et degré d'agrégation de l'information
Kennedy (1994)	Dichotomique	Traitement séquentiel / traitement parallèle
Radner (1993)	Dichotomique	Hiérarchie efficiente / hiérarchie régulière
Bolton et Dewatripont (1994)	Dichotomique	Hiérarchie efficience / réseau en ligne d'assemblage / hiérarchie uniforme
Radner et Van Zandt (1992)	Dichotomique	Réseau ETR / réseau PPO
FORMALISATION DU SYSTEME DE PRODUCTION		
L'organisation comme facteur de production spécifique : connaître les inputs		
Otani (1996)	Quantitatif	Savoir sur les équipements physiques
Prescott et Vissher (1980)	Quantitatif	Savoir sur les employés
Meyer (1994)	Dichotomique	« No sharing » / « Junior sharing »
L'organisation façonneuse des complémentarités technologiques : interdépendances verticales et horizontales		
Beckmann (1977, 1985)	Quantitatif	Hauteur de la hiérarchie
Rosen (1982)	Quantitatif	Etendue du contrôle
Carmichael et MacLeod (1993)	Dichotomique	Occidental / japonais
Lindbeck et Snower (1996)	Dichotomique	Tayloriste / « holistic »
Kremer (1993)	Pas de chgt	Une famille de fonctions « O'ring »
Kremer et Maskin (1996)	Pas de chgt	Une famille de fonctions « O'ring »
Greenan et Guellec (1994)	Dichotomique	Centralisé / décentralisé
Caroli, Greenan et Guellec (1997)	Dichotomique	Centralisé / décentralisé
Milgrom et Roberts (1988)	Dichotomique	Production sur stock / production à la commande
Milgrom et Roberts (1990)	Dichotomique	Ancien modèle industriel / stratégie industrielle moderne
Athey et Schmutzler (1994)	Quantitatif	Investissements en flexibilité, intégration et collecte d'information

Tableau II.4 : L'ancien et le moderne, une synthèse de l'enseignement des modèles

Dimension		Système d'information	Système de production
Division horizontale du travail	Ancien	Information centralisée savoir standardisé	Spécialisation des tâches
	Moderne	Information décentralisée savoir local et tacite	Intégration des tâches Pluri-compétence Polyvalence
Division verticale du travail	Ancien	Traitement de l'information hiérarchique	Séparation conception / exécution
	Moderne	Traitement de l'information en réseau ?	Autonomie
Interdépendances	Ancien	Communication verticale	Interdépendance verticale (supervision et contrôle)
	Moderne	Communication horizontale	Interdépendance horizontale (qualité et délai)

PARTIE III : CHANGEMENT ORGANISATIONNEL ET COMPORTEMENT ECONOMIQUE DE L'ENTREPRISE

Dans la partie II, nous nous sommes concentré sur la question de la formalisation des différentes dimensions de l'organisation du travail. En conclusion de cette partie, nous avons examiné la notion de changement organisationnel sous-jacente à ces formalisations et construit un pont entre les théories et les dispositifs managériaux dont l'usage s'est répandu sur les vingt dernières années.

La partie III a pour objet d'explorer ces formalisations autour de trois questions sur lesquelles des tests empiriques peuvent être conduits en mobilisant les deux sources que nous avons présentées dans la partie I : l'enquête TOTTO de 1987 et l'enquête sur les changements organisationnels dans la production de 1993.

Le chapitre VI traite de la question des déterminants des changements organisationnels tandis que le chapitre VII en analyse les conséquences sur la performance productive des entreprises et sur leurs besoins de main d'œuvre. Le chapitre VII aborde sous un angle nouveau les débats autour du « paradoxe de la productivité » et du « biais technologique ». En effet, jusqu'à présent le regard porté par les économistes sur ces questions s'est focalisé sur la technique et en particulier sur le rôle joué par la diffusion des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Nous proposons d'appréhender le rôle que les changements organisationnels ont pu jouer, aux côtés des changements technologiques dans le ralentissement de la croissance et dans le développement des inégalités entre travailleurs qualifiés et non qualifiés.

Chapitre VI : Les déterminants de l'organisation ou les causes du changement organisationnel

La partie II a été consacrée à la présentation d'un ensemble d'outils formels pour représenter la division du travail dans la sphère administrative et dans la sphère productive des entreprises. Ces modèles indiquent que l'entreprise dispose d'autres variables de choix que les quantités de facteurs. La technologie qu'elle utilise pour produire n'est définitivement fixée qu'à partir du moment où elle a choisi la manière dont les facteurs de production s'articulent les uns aux autres, autrement dit la manière dont la production et la circulation des informations s'organise.

Dans ce chapitre, nous allons chercher à analyser les critères selon lesquels s'établissent les choix organisationnels. Cela nous permet d'appréhender la logique qui anime le mouvement de changement organisationnel que nous avons pu mesurer en France et qui a animé la plupart des pays occidentaux à partir des années 80. Quatre grands facteurs font pression sur les choix organisationnels si l'on se fie aux modèles : l'incertitude, la taille de l'entreprise, sa technologie et la disponibilité de certaines compétences. Dans la section A, nous allons examiner ces facteurs et proposer une modélisation propre, dans la continuité des deux modèles qui ont été présentés dans la partie II.

Dans la section B, deux explorations empiriques seront menées sur la France à partir des sources que nous avons mobilisées dans le chapitre I, c'est à dire l'enquête TOTTO (1987), auprès des salariés et l'enquête « changement organisationnel »

(1993) auprès des entreprises. Nous évoquerons aussi quelques résultats obtenus à partir de sources concernant d'autres pays que la France.

A. Qu'est ce qui change quoi dans l'organisation ? La réponse des théories

La trentaine de modèles examinés dans la partie II, identifient quatre grandes catégories de facteurs qui peuvent influencer un changement organisationnel : l'incertitude, la taille de l'entreprise, sa technologie et la disponibilité de certaines compétences. Plusieurs causes sont en général évoquées dans chacun des modèles mais nous allons nous arrêter tour à tour sur chacun de ces facteurs en montrant la place qu'il prend dans le raisonnement théorique et en rappelant la ou les dimensions organisationnelles affectées.

1. L'incertitude

Ce sont les théories formalisant le système d'information de l'entreprise, soit la théorie des équipes et la théorie du traitement de l'information, qui évoquent le plus souvent l'incertitude comme facteur de changement organisationnel. L'incertitude est liée aux limites que connaît la rationalité. Certains éléments, importants pour les décisions, sont inconnus de l'entreprise car personne ne connaît de manière exhaustives tous les aspects qui caractérisent tous les états du monde possibles. Plus l'incertitude est grande et plus la coordination des décisions et des actions devient un phénomène complexe.

Les modèles décrivent deux types d'incertitude : l'une s'inscrit dans le temps, l'autre dans l'espace. Avec la première, les paramètres qui décrivent les comportements qui intéressent l'entreprise ne sont pas constants dans le temps, mais contingent à un état de l'environnement qui est imprévisible. D'une période à l'autre,

ces paramètres, qui interviennent dans les calculs de l'entreprise, évoluent. Il y a donc incertitude car on ne sait pas avec précision quel état du monde va se réaliser ou s'est réalisé au moment où l'on prend des décisions. Le second type d'incertitude vient de la complexité du monde. Celui-ci n'est pas particulièrement changeant ou fluctuant, mais il se caractérise par une grande diversité que l'on ne peut appréhender entièrement de manière spontanée. On est dans l'incertitude car on ne connaît pas tout ce qui fait le monde.

La nécessité, pour l'entreprise, de développer un système d'information, c'est-à-dire de collecter, traiter et transmettre de l'information procède précisément de l'une ou l'autre de ces formes d'incertitude. L'objet du système d'information est fournir les indications qui vont faciliter la coordination face à l'inconnu et / ou au mal connu.

a) L'incertitude inter-temporelle

La théorie des équipes met en avant le premier type d'incertitude, issue des caractéristiques stochastiques de l'environnement de la firme. Plus précisément, il y a dans l'environnement de l'entreprise deux sources de variabilité inter-temporelle, l'une se loge dans la technologie, l'autre dans le comportement du consommateur. Par ailleurs, certains auteurs introduisent d'autres dimensions de l'incertitude comme la volatilité de l'environnement qui indique comment deux chocs sont reliés entre eux dans le temps, ou l'instabilité qui évoque la probabilité d'apparition d'un choc fort.

(1) La double incertitude

La première forme d'incertitude est en général formalisée comme un aléa sur les coûts. Personne dans l'entreprise ne maîtrise totalement le processus de

production. Un opérateur peut tomber malade ou travailler moins efficacement car il est fatigué, certaines pièces dans les machines peuvent s'user plus vite que d'autres du fait d'une exposition particulière au vent ou à la chaleur et provoquer des pannes qui n'étaient pas prévues dans les guides de maintenance, une grève des transports peut paralyser la logistique et empêcher les livraisons, un défaut du système informatique peut engendrer une erreur de facturation, etc. Chacun de ces petits incident affecte les coûts de fabrication de l'entreprise et selon sa nature, un incident peut grever le coût d'un ou de plusieurs produits plus fortement que celui des autres.

Du côté de la demande, l'entreprise ne connaît jamais avec certitude la quantité de biens qu'elle pourra vendre pour un prix donné. Il suffit qu'un concurrent lance un nouveau produit sur le marché, qui détourne une partie de la clientèle ou qu'un événement médiatique valorise, ou au contraire dévalorise le produit pour que la courbe de demande se déplace vers le haut ou vers le bas, affectant le prix de vente à l'équilibre.

Le modèle de Carter (1995) fait jouer les deux types d'incertitude. *Ex ante*, l'entreprise ne connaît qu'avec imprécision son coût marginal ($\mu_c(x)$) et sa recette marginale ($\mu_b(x)$). Formellement, ces deux grandeurs dépendent de x, variable qui représente l'état du monde réalisé. D'une période à l'autre l'état du monde peut changer affectant donc le coût marginal qui rentre négativement dans la fonction de gain et la recette marginale, qui y rentre positivement (voir tableau 3.3).

La forme organisationnelle sélectionnée par l'entreprise dans ce modèle se caractérise, tout d'abord, par son organigramme. La seule action menée par l'entreprise est la fabrication de son produit. Elle peut donc tout à fait exister en étant dotée de son seul service de production. C'est le cas de nombre de petites entreprises. Mais elle peut aussi se structurer en ajoutant deux autres services au département de

la production : un service de marketing et un service spécialisé dans le traitement de l'information et la planification. Ensuite, la forme organisationnelle se caractérise par la structure d'information utilisée par l'entreprise, c'est-à-dire par l'ensemble des informations sur lesquelles s'appuie le calcul des quantités produites.

Ex post, le département de la production connaît parfaitement son coût de production car il observe directement les aléas qui l'affectent lorsque le nouvel état du monde se réalise. S'il choisit directement les quantités produites, il est alors à même de maximiser le gain de l'entreprise en utilisant une information parfaite sur son coût marginal. Néanmoins, son calcul reste entaché d'erreur car la production est trop éloignée du marché pour construire une information sur la recette marginale plus précise que l'espérance de cette recette. On se trouve dans la configuration désignée par Carter comme « firme dominée par la production ». La structure d'information qui la caractérise s'écrit donc $((\mu_c(x), \bar{\mu}_b)$. Ajouter un département du marketing permet d'avoir accès à une information parfaite sur le prix de vente réalisé *ex post*. Si l'on reste dans une configuration où la décision concernant les quantités produites est prise par la production (« firme tirée par la production »), il faut que le service de marketing lui transmette le prix observé. Or la communication d'une observation ajoute un bruit à l'information transmise, ce qui n'est pas le cas lorsque la communication concerne une instruction stipulant les quantités à produire.

Au total, l'arbitrage entre formes organisationnelles va dépendre de la variance des coûts et des prix (σ_c^2, σ_b^2), de la variance de l'erreur ajoutée par la communication aux coûts et aux prix (θ_c^2, θ_b^2) et des coûts fixes d'organisation associés à la mise en place de chacune des formes organisationnelles (o_m, m= modèle organisationnel). Dans ce modèle, c'est la variance des coûts et recettes marginales qui mesurent le degré d'incertitude. A cette incertitude se rajoutent les erreurs qui

naissent dans la communication du fait de la rationalité limitée des individus. L'incertitude modélisée ici est inter-temporelle car même s'il n'y a pas de liens entre les recettes et les coûts marginaux réalisés à deux dates différentes, la variabilité vient de ce que lorsque le temps s'écoule, le monde passe d'un état donné de l'environnement à un autre état.

Le tableau 6.1 reprend les éléments clefs de l'arbitrage qui influence les choix organisationnels, pour chaque modèle où l'incertitude affecte cet arbitrage. La première ligne concerne le modèle de Carter (1995). On y lit, dans la dernière colonne, que les systèmes de production en juste-à-temps (assimilés au modèle de « firme dominée par le marketing ») sont favorisés par une variabilité élevée de la recette marginale associée à des fluctuations modérées du coût marginal, alors que les organisations routinières où une unité spécialisée planifie la production sur la base d'une information *ex ante*, sont favorisées par la stabilité de l'environnement. L'auteur ajoute que le coût d'organisation d'un système en juste-à-temps (o_{dm}) est néanmoins élevé car il requiert un système informatique performant, notamment un réseau informatique et une ligne de production flexible, incorporant des technologies de fabrication avancées.

[Insérer tableau 6.1]

L'auteur assimile ensuite les pratiques de type « qualité totale » au modèle de mise en commun de l'information en supposant que la variable d'action qui rentre dans la fonction de gain n'est plus une quantité produite, mais un indice de qualité du produit et en remplaçant le service de marketing par un service « qualité ». Dès lors, $\mu_b(x)$ représente le rendement marginal d'une unité de qualité. Dans le modèle routinier, les ingénieurs en charge du contrôle de qualité fixent un certain nombre de standards qui sont vérifiés aux différentes étapes du processus de production avec

mise au rebut si les produits intermédiaires n'atteignent pas la qualité requise. Dans le modèle de mise en commun de l'information, le service de qualité fusionne avec le service de production et les ajustements de qualité se font en temps réel, comme si le processus de production était devenu continu. Une variabilité élevée du coût marginal et du rendement marginal de la qualité favorise la mise en commun de l'information car le modèle routinier a de fortes chances de générer un rebut très important.

Carter compare son résultat concernant le juste-à-temps, à ceux de Aoki (1986, 1990a). Pourtant, sa formalisation des deux sources d'incertitude le rapproche plutôt du modèle de Itoh (1987), bien que celui-ci ne formalise pas le changement organisationnel de manière dichotomique. Itoh distingue deux sources d'incertitude qui sont assimilables à celles de Carter, mais qui sont formalisées en des termes plus généraux. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre III, la première concerne l'entreprise toute entière tandis que la seconde concerne un atelier. Itoh parle de « macro » et de « micro » environnement de l'entreprise. Un changement dans le premier correspond à un choc global tandis qu'un changement dans le second est décrit comme un choc graduel. Cette distinction recoupe en partie l'opposition entre incertitude liée à la demande et incertitude liée aux coûts si l'entreprise est mono produit.

L'état de l'environnement global est représenté par une variable aléatoire X d'espérance m_X et de variance σ^2_X tandis que l'environnement local d'un atelier est représenté par la variable aléatoire Y (m_Y, σ^2_Y). Le chef d'entreprise observe X et le responsable d'atelier suit Y. La fonction de gain de cette équipe à deux membres dépend à la fois de la réalisation x de X et y de Y. Itoh suppose que le chef d'entreprise observe parfaitement x et choisit l'action appropriée a_X qu'il demande à l'atelier d'exécuter. Ce dernier choisit l'action a_Y en fonction d'un signal bruité

(z=y+w) de la réalisation de Y. La variable aléatoire W et d'espérance nulle et de variance 1/h, où h représente la qualité de l'observation du responsable d'atelier, plus h est élevé, plus l'erreur d'observation est faible en moyenne. Le chef d'entreprise va sélectionner son responsable d'atelier en fonction de h, capacité à percevoir les réalisations de Y, conditionnellement aux réalisations de X. La fonction résultante h(x) s'interprète comme la capacité de traitement de l'information du responsable d'atelier.

Celui-ci est dit généraliste si sa capacité à traiter l'information est homogène pour une plage étendue des réalisations de X, alors qu'il est considéré comme spécialiste si l'acuité de son diagnostic de vaut qu'au voisinage d'une réalisation particulière de X. En supposant que X est une variable normale centrée et que la fonction de gain $\omega(y,a)$ s'écrit simplement $-(a_y-y)^2$, alors on montre que h*(x), la capacité de traitement optimale du responsable d'atelier prend ses valeurs dans un intervalle symétrique compris entre $-\sqrt{M}$ et $\sqrt{M}$, et atteint un maximum en h*(0).

Le tableau 6.1 donne la définition exacte de M, interprété comme le degré de généralité de la capacité optimale à traiter l'information du responsable d'atelier. Chez Itoh, le choix d'organisation n'est pas dichotomique mais continu, puisqu'il s'agit de déterminer h*(x), qui est caractérisé par h*(0) et M. Il montre tout d'abord que la capacité de traitement optimale h*(x) croît avec la variabilité de Y (σ^2_Y). Lorsque l'atelier subit des aléas plus importants ou plus nombreux, le chef d'entreprise a intérêt à choisir un responsable d'atelier globalement plus compétent, c'est-à-dire ayant une observation plus précise quelque soit la réalisation de X (connaissances supérieures) et couvrant une plage plus large de réalisations de X (connaissances plus étendues). Il montre ensuite que h*(0) croît avec l'incertitude du macro environnement et que M croît strictement jusqu'à un certain niveau de

variabilité au-delà duquel il décroît strictement. Ainsi, lorsque l'incertitude globale augmente, le degré de généralité de la capacité de traitement h*(x) augmente jusqu'à une certain seuil. La spécialisation du responsable d'atelier correspond donc à une situation optimale pour l'entreprise lorsque le macro environnement de l'entreprise est soit très stable, soit très variable alors qu'une compétence généraliste est adaptée aux situations intermédiaires. On retrouve le résultat souvent attribué à tort à Aoki (1986).

Crémer (1980, 1990) ne formalise pas une double incertitude à la manière de Carter (1995) ou de Itoh (1987), mais il envisage l'effet sur l'organisation de chocs tantôt symétriques, tantôt asymétriques. Un choc symétrique a des effets identiques sur les décisions des individus alors qu'un choc asymétrique les affecte différemment. Autrement dit, ce qui compte dans les modèles de Crémer, ce n'est pas tant la source de l'incertitude que l'identité des unités de décision auxquelles elle s'applique. Cette question ne se posait pas chez Carter (1995) qui ne formalisait qu'une seule action. De même, les hypothèses choisies par Itoh (1987), lui permettent de ne pas aborder la question de la coordination entre les décisions.

Crémer (1980) propose un modèle de théorie des équipes où la double incertitude sur les coûts et la demande fusionnent pour générer de la variabilité dans les transferts de produits intermédiaires entre les ateliers. Le choix organisationnel de l'entreprise est celui d'une partition en θ services. Crémer montre que la partition optimale est celle qui minimise la variabilité des transferts entre les services. Dès lors, tout choc asymétrique, qui n'affecte pas de manière homogène l'ensemble des ateliers (une innovation de procédés par exemple), modifie la partition optimale.

Dans son modèle de 1990, Crémer analyse la situation d'une équipe composée de deux membres responsables chacun d'une décision (x_1 et x_2) dans un contexte où

un paramètre A n'est connu qu'avec incertitude. La forme quadratique de la fonction de gain implique que la coordination des décisions et importante, ainsi que leur adéquation à l'état du monde réalisé.

Deux structures d'information sont confrontées : une structure indifférenciée et une structure différenciée. Dans la première tous les membres de l'équipe observent les mêmes signaux, dans la seconde ils observent des signaux différents. L'observation est entachée d'erreurs (ε), mais la variabilité de l'erreur (σ^2_ε) est la même pour tous. La communication est supposée impossible. Si l'on reprends la terminologie de Marschak et Radner (1972) une structure d'information indifférenciée (respectivement différenciée) est analogue à une structure d'information centralisée (respectivement décentralisée), et la décision est décentralisée. L'arbitrage entre les deux formes organisationnelles est examiné dans deux contexte d'incertitude différents : un contexte où le choc sur les coûts est symétrique et un autre où il est asymétrique.

Dans un premier cas, le choc qui affecte le paramètre A est symétrique car il peut être parfaitement observé par les deux membres de l'équipe. Dans ce cas, le degré d'incertitude mesuré par la variance de l'aléa (σ^2_A) n'entre pas en ligne de compte dans l'arbitrage entre les deux structures d'information.

Dans le second cas, il y a deux catégories t d'individus (t=1 ou 2). La production est donc effectuée par une équipe de deux individus i et j, l'individu i appartenant à la catégorie 1 et l'individu j à la catégorie 2. Le choc sur les coûts affecte la productivité des deux individus de la même manière. S'il est asymétrique, c'est parce qu'il comporte une composante qui ne peut être observée que par l'individu i (γ^1_i) et une autre qui ne peut être observée que par l'individu j (γ^2_j). Par ailleurs, deux composantes, observables par tous, sont associées aux catégories 1 et 2

(A^1 et A^2). Le tableau 6.1 reprend l'expression de la fonction de gain associée. Les variables aléatoires A^1, A^2, γ^1_i et γ^2_j sont distribuées selon des lois normales d'espérance nulle et de variances σ^2_A et σ^2_γ. Chaque individu ne peut faire que deux observations. La structure d'information indifférenciée ou centralisée correspond au cas où i et j observent A^1 et A^2, alors que i observe γ^1_i et A^2 et j observe γ^2_j et A^1 dans la structure différenciée ou décentralisée.

Crémer montre que le gain associé à la structure indifférenciée n'est pas sensible à la composante individuelle de l'incertitude mesurée par σ^2_γ. Par contre, le gain associé à la structure différenciée l'est. Si l'interdépendance entre les actions des deux types d'individus est suffisamment forte et si la composante individuelle de l'incertitude est suffisamment faible, la structure d'information centralisée est optimale. Mais un accroissement de la composante individuelle de l'incertitude σ^2_γ ne favorise pas toujours la décentralisation de l'information. La structure d'information centralisée reste optimale lorsque l'effet de la coordination sur l'output est supérieur à celui de la précision de l'observation. Un accroissement de l'incertitude qui prend la forme de chocs asymétriques plus forts ne favorise donc pas systématiquement la décentralisation de l'information. On retrouve là, comme chez Itoh (1987) une non linéarité dans l'effet de l'incertitude sur l'organisation. Nous allons voir dans la section suivante qu'une relation analogue est formalisée par Aoki (1990a).

Le modèle de Geanakoplos et Milgrom (1991), enfin, n'envisage qu'une incertitude sur les coûts. La fonction de coût utilisée est quadratique. Chaque atelier i supporte un choc γ_i d'espérance $E\gamma_i$ et de variance $(r_i)^{-1}$ qui rend son coût marginal aléatoire. L'organisation est hiérarchique et le responsable d'un service a pour tâche de planifier le niveau de production de son unité en ventilant, sur l'ensemble des

ateliers dont il est responsable, la cible de production qui lui a été transmise par son chef. Il ne connaît pas la réalisation exacte γ_i, mais il peut observer η_i qui en est un signal bruité. L'erreur d'observation (ε_i) intégrée a ce signal a une espérance nulle et une variance égale à $(\alpha_i\tau_i)^{-1}$. α_i représente la capacité du manager à observer l'atelier i et dépend de sa compétence et de la qualité du système d'information qu'il a à sa disposition. τ_i représente le temps qu'il passe à observer le signal η_i. La précision du manager dépend donc de ses capacités et de sa disponibilité en terme de temps qu'il doit partager entre plusieurs ateliers.

Quel est l'arbitrage organisationnel qui caractérise ce modèle ? Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre III il s'agit d'un modèle de hiérarchie. Les auteurs se placent dans le cas simplifié d'une hiérarchie régulière à deux niveaux hiérarchiques. Le niveau 0 correspond aux ateliers, le niveau 1 aux services et le niveau 2 à l'état-major de l'entreprise. Les ateliers sont au nombre de n, contribuent à la fabrication d'un seul et même produit et supportent le même choc sur les coûts, de variance r^{-1}. La hiérarchie est dite régulière car tous les services sont supposés être composés de p ateliers. Ce schéma intermédiaire est encore simplifié en supposant que tous les managers ont une même capacité, homogène pour tous les ateliers ($\alpha_i=\alpha$). Dès lors, le choix organisationnel de l'entreprise se ramène à celui de la taille des services (p) encore équivalent au choix du nombre des managers (n / p), et à celui du niveau de compétence (α) des managers.

On montre que lorsque le degré d'incertitude sur les coûts (r^{-1}) augmente, il devient plus avantageux pour l'entreprise d'avoir de plus petits services et / ou des managers plus compétents. Au sein d'une hiérarchie, un accroissement du degré d'incertitude sur les coûts augmente le poids ou la qualité de la hiérarchie intermédiaire. L'entreprise qui cherche à préserver sa logique verticale dans un

contexte devenu plus incertain doit donc embaucher plus de managers ou les former afin que la qualité de leurs observations augmente.

(2) La volatilité

Comme Geanakoplos et Milgrom (1991), Aoki (1986) ne formalise pas deux sources d'incertitude, mais une seule, l'incertitude sur les coûts. Cependant, il introduit une autre dimension de l'incertitude : la volatilité de l'environnement. Dans son modèle, la production nette d'un atelier i, est représentée par le vecteur x_i, affecté par un vecteur de chocs u_i d'espérance Eu_i et de variance Σ_i. Jusque là, on reste dans le même état d'esprit que Carter (1995), à ceci prêt que c'est l'action conjointe d'un ensemble d'ateliers interdépendants qui est analysée et que l'incertitude sur la demande finale n'est pas formalisée.

Aoki ajoute à ceci une hypothèse sur la relation que les chocs entretiennent entre eux d'une période à l'autre : L'aléa u_i observé à la période t et l'aléa enregistré par le même atelier Δ unité de temps plus tard ($u_{it+\Delta}$) ne sont pas indépendants. Il suivent un processus autorégressif d'ordre 1 dont l'expression est donné dans le tableau 3.4. Dès lors, leur covariance est égale à la variance de u_{it} (Σ_{it}) multipliée par un terme ($e^{-\vartheta\Delta}$) qui tient compte à la fois du délai écoulé (Δ) et d'une grandeur ϑ qui représente la « mémoire » de l'environnement. Si ϑ est élevé, l'environnement oublie rapidement son histoire et la covariance entre deux aléas situés à deux moments différents du temps est une petite fraction de la variance de l'aléa à une date donnée. Lorsque ϑ est élevée, l'information venant du passé renseigne peu sur le futur. On dit que l'environnement est plus volatile. Ce paramètre est une des clefs de l'arbitrage entre le modèle hiérarchique (qui est ici une pondération entre le contrôle imparfait et le contrôle à rationalité limitée) et les deux modèles horizontaux présentés par Aoki : le modèle de coordination quasi horizontal et le modèle de coordination horizontale

imparfaite. La tableau 6.1 retranscrit la condition d'arbitrage : plus la volatilité de l'environnement est grande et plus les structures horizontales d'information deviennent efficaces pour minimiser les coûts comparée à la structure d'information verticale.

Dans son modèle de 1990a, Aoki formalise l'apprentissage des ateliers comme un investissement dans une capacité à traiter l'information en s'inspirant de Itoh (1987) et il conserve l'hypothèse que les aléas sur les coûts suivent un processus autoregressif d'ordre 1. Dans le modèle de 86, cette seconde hypothèse était associée au modèle hiérarchique uniquement. En effet, comme nous l'avons déjà souligné, le défaut principal de ce modèle est la nature *ad hoc* du traitement asymétrique de l'erreur selon la forme organisationnelle : l'erreur faite par le responsable hiérarchique et l'erreur faite par les ateliers se coordonnant de manière décentralisée y sont formalisées de manière radicalement différentes, comme si l'on passait d'une forme de rationalité à une autre.

Ici, la modélisation de l'erreur propre à la hiérarchie dans le modèle de 1986 fusionne avec le modèle d'apprentissage des ateliers (modèle de participation) tandis que le modèle représentant la firme occidentale devient le cas routinier, où la production est planifiée sur la base de l'espérance des aléas, seule information connue *ex ante* par le centre. Dans le modèle de participation, les ateliers se communiquent entre eux toutes les informations dont ils disposent sur les chocs qu'ils observent, mais l'observation et la communication ajoute un bruit d'espérance nulle à l'information. Plus l'atelier est compétent, plus la variance de ce bruit est faible et plus sa précision est élevée. Cette précision est interprétée comme la capacité de l'atelier à traiter de l'information, elle augmente selon une loi de Gomperz qui est fonction du temps t_1 passé à analyser et à comprendre les chocs. Sur une période de production, l'entreprise dispose d'un temps total de T. Si la durée t_1

est consacrée à l'identification des chocs, l'entreprise doit vouer une durée fixe $\bar{t}_2$ à la communication. Le reliquat de son temps est affecté à la production directe.

Dans ce modèle, les choix organisationnels ne sont pas dichotomiques. Ils forment un continuum entre le cas routinier où tout le temps T sert à produire et le modèle de participation où la firme décide de laisser ses ateliers allouer un temps t_1* à l'apprentissage. En fait, Aoki suppose soit que le modèle hiérarchique est routinier, soit qu'il s'adapte avec un délai comme dans le modèle de 1986, mais dans ce cas, le temps de révision des plans de production en fonction des informations recueillies par le responsable hiérarchique (le paramètre Δ) excède T en durée. Autrement dit, l'efficacité des deux familles de modèle est comparée à court terme.

Aoki établit aussi un parallèle avec la dualité de l'incertitude analysée dans la section précédente. Il souligne que l'incertitude du macro environnement de la firme, qui conduit à des décisions stratégiques, tel un choix de diversification, concerne le moyen terme (quelques mois) alors que l'incertitude du micro environnement local de l'entreprise concerne le court terme (quelques jours). Dès lors, les décisions stratégiques et les décisions opérationnelles peuvent être prises séparément les unes des autres sans affecter la qualité de la coordination, et les décisions opérationnelles peuvent être décentralisées vers les ateliers sans soulever le problème complexe de cohérence globale des différentes dimensions de la planification des entreprises.

La détermination du temps optimal consacré à l'apprentissage dérive de la maximisation du revenu net espéré de la firme exprimé dans l'équation [3.28]. Cette équation indique tout d'abord que plus le pouvoir de marché de la firme est important (plus son profit π* est élevé), moins elle a intérêt à investir dans un temps d'apprentissage. Ce premier résultat concorde avec l'idée couramment admise selon laquelle l'accroissement du niveau de la concurrence qui découle de la dérégulation

et de l'internationalisation des économies favorise un modèle d'organisation plus horizontal. Aoki montre aussi que le temps optimal consacré à l'apprentissage augmente avec la variance des chocs et diminue avec leur volatilité. On retrouve là un résultat proche de celui de Itoh, bien que ce dernier ne parle pas de volatilité[104]. Lorsque la variabilité des aléas sur les coûts augmente, l'entreprise a intérêt à consacrer plus de temps à l'apprentissage, mais si l'aléa d'aujourd'hui n'apporte que très peu d'information sur l'aléa de demain, l'intérêt de cet apprentissage diminue. Ainsi, le modèle de participation est adapté à un environnement micro économique marqué par des chocs fréquents et forts, où le fait d'apprendre à maîtriser un choc à une date donnée permet de mieux comprendre ceux qui suivent. Dans ce cas, la maîtrise des chocs devient analogue à un problème de complexité décroissante. Une fois que l'on sait identifier un choc, on identifie mieux les autres.

(3) L'instabilité

Une troisième propriété de l'incertitude, son instabilité, est formalisée dans le modèle de Athey et Schmutzler (1994). C'est le seul modèle centré sur le système de production qui envisage les effets d'une incertitude de nature intertemporelle et il appartient à la théorie des complémentarités productives.

Dans ce modèle, à chaque période, des innovations deviennent accessibles à l'entreprise. A chaque innovation est associée un rendement (r), et un coût d'adoption K^A qui varie en fonction de la taille des ajustements productifs impliqués par sa mise en œuvre (s). En effet, l'entreprise adoptante doit coordonner un

---

[104] En dépit de ce que Aoki lui fait dire dans son article : « *This observation is consistent with that of Itoh (1987) who explicitly considers optimal relationships between the degree of volatility of the product market and the kinds of shop floor expertise required. He proved that it is more profitable to develop specialized skills at the shop level under a very volatile market environment, as well as a very stable one, while it is more desirable to nurture wide-ranging skills under the intermediate range of output market volatility* », p. 43.

ensemble de changements dans son processus de production. Des investissements organisationnels renforçant la flexibilité (f) et l'intégration (i) réduisent K^A pour un s donné, tandis que des investissements en collecte d'information (c) augmentent la probabilité de percevoir les nouvelles opportunités technologiques.

Au moment ou elle choisit les montant de ses investissements stratégiques, représenté par le vecteur V(f,i,c), l'entreprise ne connaît pas la valeur du vecteur U(r,s) qui correspond à la meilleure opportunité qu'elle peut saisir sachant son niveau d'information. Elle ne connaît que sa fonction de répartition G(r,s). C'est donc ici le progrès technique qui génère une incertitude sur laquelle l'entreprise va parier en raisonnant à partir de ses informations *a priori.* L'instabilité de l'environnement est mesuré par le paramètre γ qui a une influence sur la distribution G. Un accroissement de γ ne change pas la distribution marginale de s, mais elle change la probabilité qu'un ajustement de taille donnée bénéficie d'un rendement élevé. Un environnement plus instable implique que la firme a intérêt à choisir des ajustements plus importants. Cette conséquence ne procède pas d'une fréquence devenue plus élevée des innovations de type radical (impliquant des ajustements plus élevés), mais d'un changement dans la distribution des rendements associés. Dès lors, un accroissement de l'instabilité favorise le développement des investissements stratégiques de l'entreprise. Dans le langage des complémentarités, les choix de flexibilité, intégration et collecte d'information sont dits monotones non décroissants par rapport à l'instabilité de l'environnement.

Notons que les changements organisationnels examinés ici forment un continuum entre la spécialisation et l'intégration. La spécialisation permet de bénéficier d'économies d'échelle, mais elle alourdit le coût de mise en œuvre d'une innovation. A l'opposé, l'intégration conduit à renoncer aux économies d'échelle en faveur d'un coût de coordination du changement plus faible. Comme les auteurs

montrent que les investissements en intégration, flexibilité et collecte d'information sont complémentaires, le continuum organisationnel oppose des investissements faibles dans chacune de ces trois dimensions à des investissements élevés.

Dans leur modèle enrichi, Athey et Schmutzler (1994) réintroduisent, comme Aoki dans son modèle de 90(a) la dualité de l'incertitude. C'est l'opposition classique entre innovation de produits et innovation de procédés qui est au cœur de cette dualité. Elle fait écho à l'opposition demande / coûts de Carter (1995) où à l'opposition global / local de Itoh (1987) et de Aoki (1990a) : l'innovation de produits stimule la demande et affecte l'architecture même du processus de production tandis que l'innovation de procédés concerne un segment du processus de production et vise à réduire les coûts. Par contre, la temporalité attribuée par Aoki (1990a) aux deux sources d'incertitude (moyen terme / court terme) ne se retrouve pas dans ce modèle. Les décisions d'innover dans les produits et dans les procédés sont toutes deux stratégiques et relèvent du moyen terme plutôt que du court terme. On pourrait même interpréter l'ampleur de l'ajustement associé à chaque type d'innovation (s^D,s^T) comme mesurant un continuum allant de l'innovation incrémentale à l'innovation radicale, la première étant plus rapide à implémenter que la seconde.

Dans le modèle enrichi, on tombe sur une indétermination de l'effet des deux sources d'incertitude (γ^D,γ^T) sur l'organisation, liée à la tension entre les deux types d'innovation qui a été décrite dans le chapitre V: on ne peut réduire le coût de l'adaptation à une innovation de produits sans augmenter celui associé à l'innovation de procédés. Pour une quantité de produit fixée, un augmentation de l'instabilité sur le marché des produits favorise les investissements en intégration et flexibilité autour des produits et limite les investissements d'intégration autour des procédés. Dans le langage de la théorie des complémentarités, pour Q donné, V^D=(f^D,i^D,c^D) et $-V^T$=(-

f^T,-i^T,-c^T) sont non décroissants en γ^D et non croissants en γ^T. D'un autre côté si l'interaction entre les coûts d'ajustement aux innovations de produits et de procédés est nulle, alors un accroissement de l'instabilité dans les deux dimensions favorise un investissement tous azimuts dans les domaines stratégiques représentés par V^D et V^T. Autrement dit, V^D et V^T sont non décroissants en γ^D et γ^T. Enfin, ce modèle permet d'endogénéiser l'instabilité de l'environnement en assimilant l'investissement c à des dépenses de R&D. Celles-ci augmentent la probabilité qu'un ajustement de taille donné ait un rendement élevé ($\gamma=\gamma(c)$). L'endogénéisation de l'instabilité renforce le résultat du modèle de base quant à son effet sur l'organisation.

b) La complexité

Si la rationalité est limitée, la complexité du monde représente une seconde source d'incertitude pour les individus. Ceux-ci ne connaissent parfaitement qu'une petite parcelle de l'univers dans lequel ils évoluent, et ils raisonnent pour le reste à partir d'approximations. Bien sûr, la complexité est renforcée par l'incertitude inter-temporelle, mais un monde stable peut aussi être complexe. Il suffit que le temps d'apprentissage de sa diversité excède l'espace d'une vie. Trois familles de modèles vont être examinées, qui envisagent toutes la complexité comme une source d'incertitude. Dans une première famille, c'est la diversité des rendements possibles au sein d'un portefeuille de projets qui crée le besoin d'une activité d'évaluation à l'issue incertaine. Dans la seconde, la complexité est mesurée par le nombre d'informations qui rentrent dans l'organisation. Enfin, dans la troisième, le chef d'entreprise doit apprendre à maîtriser la diversité de ses inputs.

(1) La distribution du rendement d'un portefeuille de projets

Chez Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988), l'incertitude concerne la qualité des projets sélectionnés par l'entreprise. Si cette qualité est incertaine, ce n'est pas parce qu'elle change au cours du temps, mais parce qu'il est difficile d'avoir une connaissance intime d'un projet lorsque l'on ne passe qu'un temps limité à son évaluation. Dans le modèle de base, le rendement d'un projet est formalisé comme une variable dichotomique : soit le projet est bon et il rapporte x_1, soit il est mauvais et il rapporte $-x_2$. Le portefeuille examiné par l'entreprise est composé de α bon projets. Dès lors, la qualité du portefeuille est décrite entièrement par la grandeur Q, égale à $\alpha x_1/(1-\alpha)x_2$. Plus Q est élevé et plus la firme se trouve dans un environnement qui lui est favorable. On peut considérer que l'incertitude est plus importante lorsque la proportion de mauvais projets augmente ainsi que les pertes qu'ils occasionnent (Q diminue). En effet, l'écart entre le gain prévu est le gain réalisé sera, dans ce cas, plus important.

Sah et Stiglitz envisagent tout d'abord deux formes organisationnelles différentes pour sélectionner collectivement les projets : la hiérarchie et la polyarchie. La hiérarchie est analogue à un système de vote à l'unanimité : un premier membre de la hiérarchie examine un projet et s'il le juge bon, il le transmet à un deuxième membre qui l'examine, etc. La polyarchie est un système plus souple car une seule voix suffit pour adopter un projet : chaque évaluateur examine un ensemble de projets et établit sa sélection plus transmet le reliquat des projets qu'il a refusé à un autre membre, etc.

La rationalité limitée des individus fait que personne ne connaît avec certitude le rendement véritable d'un projet. Dès lors, quand ils sélectionnent un projet, les individus font des erreurs de type I et de type II : ils rejettent de bons projets avec la

probabilité 1-P_1 et choisissent de mauvais projets avec la probabilité P_2. On a montré, dans le chapitre IV qu'un même groupe d'individus, selon qu'il est organisé en hiérarchie ou en polyarchie, fait des erreurs collectives différentes : les erreurs de type I seront plus fréquentes dans la hiérarchie et les erreurs de type II dans la polyarchie. Dans leur modèle de 1985, Sah et Stiglitz montrent qu'une dégradation de la qualité du portefeuille de projets favorise la hiérarchie. Comme nous l'avons souligné plus haut, cette dégradation peut s'interpréter comme une incertitude accrue.

Les enrichissements au modèle de base affinent ce premier résultat. Si le rendement des projets (x) est distribué de manière continue avec une espérance égale à E(x) et une variance égale à σ^2_x, une détérioration du portefeuille se traduira par une baisse de E(x) et une augmentation de σ^2_x. Par ailleurs, au lieu de formaliser le travail d'évaluation des individus à partir des probabilités P_1 et P_2, les auteurs formalisent une fonction p(x) (« screening function ») qui décrit la probabilité d'accepter un projet comme une fonction linéaire de son rendement. Cette fonction est associée à l'individu, elle ne change donc pas avec la forme organisationnelle choisie par l'entreprise.

Dans ce cas, le résultat de l'arbitrage entre hiérarchie et polyarchie est différent du précédent. Notamment, si le rendement moyen (E(x)) d'un projet est positif ou nul et si la probabilité de choisir un projet ayant ce rendement moyen (p(E(x))) est inférieure à 0,5, alors un accroissement de la variance du rendement (σ^2_x) préservant le rendement moyen favorise la polyarchie. La polyarchie est aussi favorisée par un accroissement du rendement moyen et par une asymétrie à gauche plus forte de la distribution des rendements.

Les auteurs envisagent encore un dispositif d'évaluation où le filtre imposé aux projets devient endogène. Dans ce dispositif, le rendement est observé avec erreur ($x+\theta$). La règle de décision est de sélectionner tous les projets pour lesquels l'estimation du rendement dépasse un niveau de réservation R. Le rendement R est choisi par les organisations de manière à maximiser le rendement attendu du portefeuille de projets. Contrairement au cas précédent, polyarchie et hiérarchie n'imposeront donc pas le même filtre aux projets. Dans cet enrichissement du modèle de base, les auteurs formalisent à nouveau le rendement comme une variable dichotomique. Il montrent que si la qualité du portefeuille de projets (mesurée par Q) se dégrade, alors la hiérarchie et la polyarchie choisiront un rendement de réservation supérieur. Ici, les conclusions en terme de performances relatives de la hiérarchie et de la polyarchie lorsque l'incertitude croît sont peu tranchées car elles dépendent aussi de la distribution de l'erreur d'observation.

Enfin, dans leur modèle de 1988, Sah et Stiglitz développent un autre enrichissement où le changement organisationnel n'est plus envisagé comme dichotomique mais comme continu. La variable organisationnelle sur laquelle l'entreprise doit se déterminer est k, le nombre de voix qui caractérise la règle de décision. La famille d'organisations de n membres que détermine k est celle des comités. Tant que le coût d'évaluation des projets n'est pas pris en compte, un comité où k est égal à 1 peut être assimilé à une polyarchie alors que si k est égal à n, il peut être assimilé à une hiérarchie. En terme de coût d'évaluation, la spécificité du comité est que tous ses membres évaluent l'ensemble des projets, alors que ce n'est pas le cas dans une hiérarchie ou dans une polyarchie.

Les auteurs montrent que lorsque la qualité du portefeuille de projet se détériore (Q diminue), le nombre optimal de voix du comité k* augmente. On retrouve là un résultat qui fait écho à celui obtenu à partir du modèle de base. Par

ailleurs, en présence de coûts d'évaluation, si Q diminue, la performance relative de la hiérarchie par rapport au comité augmente, ainsi que celle du comité relativement à la polyarchie.

(2) Le nombre d'informations qui rentrent dans l'organisation

La complexité joue aussi un rôle dans la détermination des formes organisationnelles lorsque les délais sont au cœur de la stratégie. Chez Keren et Levhari (1989), la description précise de l'environnement mobilise un langage naturel s'appuyant sur M mots. Un tel langage ne peut être conservé tel quel pour prendre des décisions au sein de l'entreprise car la transmission des messages serait tellement longue qu'aucun délai ne pourrait être respecté. Les formes organisationnelles envisagées dans ce modèles sont des hiérarchies régulières, où l'étendue du contrôle ($s_h = q_{h-1}/q_h$) est homogène au sein d'un niveau hiérarchique. Chaque niveau hiérarchique (h) doit codifier l'information qu'il transmet au niveau supérieur (h+1) en le traduisant dans un langage moins riche, n'utilisant plus que m_h mots ($m_h < m_{h-1} < M$). Ce travail de codage ($a_h = m_{h-1}/m_h$) permet de maîtriser les délais (D), mais il génère des erreurs (V) qui affectent l'output en l'éloignant de sa cible planifiée. M mesure donc la complexité de l'environnement, qui va être source d'incertitude pour l'entreprise.

Les auteurs montrent qu'avec un nombre de travailleurs directs constant et un taux marginal de substitution entre erreur et délai fixé, un accroissement de M pousse à l'utilisation de codages plus puissants (a_h supérieur) et à l'accroissement de l'étendue du contrôle à chaque niveau hiérarchique (s_h). De plus, la hauteur de la hiérarchie (H) diminue ainsi que le nombre de travailleurs indirects (Q). La hiérarchie devient donc plus plate, mais elle fait aussi plus d'erreur et ses délais augmentent.

Les modèles de Radner (1993) et Radner et Van Zandt (1992) formalisent la complexité de l'environnement de l'entreprise par le nombre de données que l'organisation doit traiter. Une entreprise insérée dans un environnement plus complexe va devoir traiter plus d'informations avec une contrainte de délais inchangée. Comme nous l'avons vu dans le chapitre IV, Radner (1993) envisage tout d'abord un mode de traitement de l'information en « batch » : l'entreprise doit traiter n items dans le temps le plus court et en mobilisant le moins de ressources possibles.

C'est le modèle de la hiérarchie efficiente qui s'avère optimal. Dans cette structure, le nombre optimal de processeurs (r*) est égal n/2. La complexité accroît donc la taille de la hiérarchie efficiente. Quant au délai minimal de traitement de l'information, il augmente aussi avec le nombre d'items à traiter. Il existe en effet une borne inférieure à la durée d'un calcul d'une taille donnée, quel que soit le nombre de processeurs impliqués, liée à la nécessité d'agréger les résultats obtenus en parallèle au sein de la hiérarchie efficiente. Lorsque le nombre n de données à traiter augmente, le délai minimal croît avec $\log_2(n)$. Enfin, Radner montre que si le nombre d'items n est très grand, la hiérarchie efficiente enregistre des performances qui deviennent très proches de celle de la hiérarchie régulière.

Si le réseau qui traite l'information fonctionne non plus en « batch », mais en temps réel, avec un nombre de données n arrivant toutes les T périodes et si le nombre d'items à traiter devient très grand, alors le réseau qui résulte de l'adaptation de la hiérarchie efficiente au temps réel (réseau ETR) a une performance en terme de délai qui converge vers celle du réseau PPO (« PreProcessing Overhead network ») issu de l'adaptation de la hiérarchie régulière au temps réel.

(3) La diversité des inputs

Les modèles qui formalisent l'organisation comme un facteur de production sont la dernière famille de modèles à envisager une incertitude issue de la complexité. Dans ces modèles, la complexité est interne à l'entreprise. Il s'agit de la variété de la qualité des machines (q) chez Otani (1994), de la variété de l'habileté naturelle des travailleurs (θ) chez Prescott et Visscher (1980) et de la variété dans les aptitudes des travailleurs (η) et dans la difficulté des projets (ε) chez Meyer (1994).

Ces trois modèles ne formalisent pas un changement organisationnel à proprement parler, mais ils montrent comment le manager de l'entreprise fournit un effort ou met en place des dispositifs pour accumuler une information sur cette diversité interne à l'entreprise qu'il ne peut apprendre à connaître qu'à force d'expérience. Ce savoir accumulé dans l'expérience est assimilé à un capital organisationnel.

Pour Otani (1994) et Prescott et Visscher (1980), un accroissement de la complexité, se traduisant par une variance plus grande, de la qualité des machines chez l'un, des aptitudes des travailleurs chez les autres, induit des investissements plus importants dans l'accumulation du savoir sur la production. Bien sûr, ces investissements doivent être confrontés à leur coût pour déterminer s'ils sont ou non rentables.

Le modèle de Meyer (1994) suit une logique différente puisqu'il s'agit de déterminer le mode de travail en équipes le plus informatif sur les aptitudes des travailleurs et sur la difficulté des projets mis en œuvre. Dans ce modèle, le manager sait que les travailleurs peuvent avoir des aptitudes variées, mais il sait aussi que toutes les tâches ne sont pas équivalentes en terme de difficulté. L'incertitude vient de cette variété dans un contexte où la rationalité du manager est limitée.

On suppose qu'il y a deux projets A et B et quatre individus, deux sont en formation, deux sont des travailleurs confirmés. Deux individus sont alloués à chaque projet qui est animé par un « senior ». Dans le mode d'organisation « no sharing », les «juniors » travaillent à plein temps sur un seul projet, tandis que dans la configuration « junior sharing », ils partagent leur temps entre les deux projets. Le manager observe la séquence des outputs des deux équipes pendant deux périodes. Meyer montre que la rotation sur les deux projets apporte plus d'informations que la spécialisation dès lors que la variabilité des compétences (var($\Delta\eta$)) et plus forte que la variabilité dans la difficulté des projets (var($\Delta\varepsilon$)).

Au total, lorsque l'incertitude augmente, il devient plus difficile de coordonner les décisions afin de maîtriser les coûts, la qualité ou les délais. Différentes stratégies organisationnelles sont alors possibles. Sans rompre sa logique verticale, la hiérarchie peut chercher à accroître le savoir accumulé en réduisant la taille de ses services, en faisant appel à des responsables hiérarchiques plus compétents ou encore en augmentant le nombre de travailleurs spécialisés dans les tâches de traitement de l'information. Le modèle de Keren et Levhari (1989) débouche sur un résultat différent car dans le cas d'une complexité accrue, une hiérarchie peut avoir intérêt à s'aplatir en augmentant la taille de ses services et en augmentant la délégation d'autorité au travers de l'usage d'un code qui résume plus fortement l'information transmise aux décideurs. D'une certaine manière, la hiérarchie se décentralise tout en demeurant dans une logique verticale.

L'autre stratégie est de rompre avec cette logique pour privilégier un mode de coordination plus horizontal. Pour résoudre des problèmes opérationnels, les lieux de décision deviennent ceux qui sont les plus proches des sources d'information pertinentes. Mais pour que cette seconde stratégie soit rentable, il faut qu'un processus d'apprentissage soit possible (l'environnement ne doit pas être hyper

volatile) et que la rentabilité d'une réactivité plus grande aux changements de l'environnement soit suffisante. D'autres modèles comme ceux de Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988) et de Crémer (1990) montrent cependant que la centralisation peut avoir du bon lorsque l'environnement se dégrade. Les premiers montrent que la hiérarchie peut être plus efficace pour sélectionner des projets tandis que le second montre que la centralisation de l'information permet dans certains cas une meilleure maîtrise des chocs asymétriques.

2. La technologie

La technologie a longtemps été considérée comme un déterminant fondamental de l'organisation. En sociologie, le débat sur le déterminisme technique, qui a été très dynamique dans les années 1970 et 1980, a nuancé fortement la représentation des relations entre ces deux domaines de décision de l'entreprise. Un consensus existe maintenant sur l'idée qu'il n'y a pas de relation univoque allant de la technologie vers l'organisation, mais une co-détermination : la technologie cristallise l'organisation et l'arrivée de nouvelles techniques de production sert souvent de prétexte à un changement organisationnel. Du côté des économistes, cette vision des choses n'est pas la plus courante. De fait, pour un économiste standard, la technologie est entièrement décrite par la fonction de production et l'organisation est assimilée à de la technologie. Cependant, un certain nombre de modèles et de travaux empiriques récents distinguent les changements technologiques des changements organisationnels, dotant ces derniers d'une relative autonomie tout au moins d'un point de vue conceptuel.

Les articles que nous avons sélectionnés dans notre revue de littérature évoquent le rôle de certaines caractéristiques de la technologie dans les changements organisationnels. Nous allons examiner les arguments en présence en distinguant les

modèles qui s'intéressent aux technologies du traitement de l'information et ceux qui mettent l'accent sur les technologies productives.

Enfin nous allons revenir sur notre modèle reliant division du travail et savoir productif et supposant la main d'œuvre homogène. Plongé dans un modèle de croissance endogène à la Dixit et Stiglitz (1977), ce modèle montre que l'accroissement de la différenciation des produits est un facteur de changement organisationnel. Cette explication du changement organisationnel n'est pas évoquée dans les modèles sous revue. Mais elle n'est pas non plus « pure » au sens des grandes catégories de déterminants que nous avons brossées. La différenciation des produits a à voir avec la technologie, mais elle génère aussi de l'incertitude sur le marché des produits et elle est source de complexité pour l'entreprise qui la pratique. Elle représente aussi une stratégie pour l'entreprise, au même titre que la maîtrise des délais, de la qualité ou des coûts.

a) Le rôle de la technologie dans les modèles

(1) Les technologies du traitement de l'information

Dans son modèle de 1986, Aoki décrit la hiérarchie comme étant détentrice d'une technologie de traitement de l'information. Le centre observe les aléas qui affectent les ateliers, mais il ne les observe que de manière imparfaite du fait de son éloignement de la réalité du terrain. Si u_i est l'aléa qui affecte l'atelier i, le centre observe u_i+v_i. vi est la réalisation d'une variable aléatoire V qui mesure l'erreur ou l'imprécision du centre. Aoki suppose que la variance de v_i est proportionnelle à la variance des aléas. Le facteur de proportionnalité, noté γ, est interprété comme le degré d'imprécision du centre. De plus, une fois qu'il a observé les signaux lui permettant d'estimer la réalisation des aléas, le centre doit traiter cette information

pour déterminer comment les productions respectives des différents ateliers vont s'ajuster aux chocs. Ce traitement est réalisé pendant un laps de temps noté Δ.

Ainsi γ et Δ caractérisent la technologie de traitement de l'information du centre. Si cette technologie évolue en permettant une précision plus grande (γ plus petit) et en réduisant le délai Δ alors, lorsque la volatilité de l'environnement augmente, le moment où le mode de coordination horizontal dépasse en efficacité le mode de coordination vertical est retardé. La condition d'arbitrage concernée est reportée dans la dernière colonne du tableau 6.2 qui synthétise l'enseignement des modèles sur le rôle de la technologie. Dans un contexte d'incertitude accrue, l'investissement dans un système de traitement de l'information plus performant est une stratégie que la hiérarchie peut poursuivre sans rompre avec sa logique verticale. On peut penser que l'outil informatique peut jouer ce rôle, tout comme il peut d'ailleurs contribuer à une circulation horizontale des informations.

[Insérer tableau 6.2]

Le modèle de 1988 de Sah et Stiglitz formalise lui aussi une technologie du traitement de l'information sous la forme d'un coût d'évaluation des projets. Dans ce modèle, Sah et Stiglitz s'intéressent à un continuum d'organisations, les comités, indexés par le nombre de voix k nécessaires à l'adoption d'un projet, ainsi qu'aux hiérarchies et aux polyarchies. On note e le coût d'évaluation d'un projet par un individu. La prise en compte de ce coût différencie un comité où la règle de décision est unanime d'une hiérarchie et un comité où une voix suffit d'une polyarchie. Dans ces deux cas extrêmes, le coût collectif d'évaluation du comité est égal à n fois e si le comité réunit n individus, alors que les coûts collectifs de la hiérarchie et de la polyarchie dépendent de leur propension respective à accepter et refuser des projets. En effet, dans la polyarchie, dès d'un individu accepte un projet, le processus

d'évaluation s'arrête alors que dans la hiérarchie, c'est l'arrivée d'un refus qui arrête le processus d'évaluation.

Si une meilleure documentation sur les projets ou un cadre de présentation plus standardisé réduit le coût marginal d'évaluation e, alors la taille optimale du comité augmente, ainsi que le niveau optimal de consensus. L'augmentation de la taille du comité est néanmoins moins importante que celle du niveau de consensus. De même une diminution de e augmente la hauteur optimale de la hiérarchie (assimilée à sa taille) et le nombre d'unités de la polyarchie. Par ailleurs, dans ce cas, la performance relative du comité augmente face à celle de la hiérarchie et de la polyarchie.

Ce sont sur les technologies de contrôle que les modèles de Willamson (1967) et Calvo et Wellicz (1978) s'arrêtent. Elles agissent sur l'effort du travailleur. Si le contrôle est parfait, l'effort est maximal et le travailleur consacre la totalité de son temps de travail aux objectifs de l'entreprise. Dans ces deux modèles, une amélioration de la technologie de contrôle favorise une hiérarchie plus haute.

Kennedy (1994) s'intéresse aux technologies de la communication et fait explicitement référence à l'informatique. Il compare les avantages respectifs de deux structures organisationnelles. Une structure où les différentes étapes de traitement d'un dossier sont effectuées de manière séquentielle et une autre où chaque analyste traite un dossier de A à Z, plusieurs dossiers étant traités en parallèle. S'il y a n individus travaillant en équipe, le décideur est celui qui transmet les dossiers au départ et qui les récupère à la fin. Le coût de communication est un coût fixe. Il faut $\delta/2$ unités de temps pour prendre connaissance d'un dossier et $\delta/2$ autres unités pour transmette un dossier traité. Dans la structure parallèle, le coût de communication sur un dossier s'élève donc à δ car il est totalement traité par un seul individu. Par contre

il s'élève à $n\delta$ dans la structure séquentielle car chaque individu de l'équipe doit prendre connaissance et transmettre son bout de dossier.

Selon Kennedy, l'informatique diminue les gains de spécialisation dans le traitement de l'information et augmente les coûts de communication. L'exemple qu'il développe est celui d'un cabinet d'avocat. Les logiciels élargissent l'éventail de compétences des analystes qui traitent les dossiers et réduisent leurs avantages comparatifs. Dès lors, la spécialisation sur une étape de traitement du dossier devient moins intéressante. Pour ce qui est des coûts de communication, il est courant de considérer qu'ils baissent grâce à l'informatique. Kennedy s'oppose à cette idée. Pour lui, le coût qui a diminué est celui du transfert des données. Or, le coût de communication est plus important que le coût du transfert des données car il s'agit aussi de transférer la compréhension des informations. L'informatique n'a pas accru la capacité à absorber et à comprendre l'information, et si elle encourage à transférer plus de données, y compris des données de moindre importance, alors elle tend plutôt à augmenter le coût de communication. Si l'informatique a ces deux effets, alors elle favorise les structures parallèles par rapport aux structures séquentielles.

Les modèles de Radner (1993) et Radner et Van Zandt (1992) formalisent aussi une technologie de traitement et de communication de l'information. Le seul coût que supporte un processeur d'information est, par hypothèse, un coût de prise de connaissance ou de lecture des données transmises. Quelle que soit la quantité d'informations synthétisées dans un rapport, en prendre connaissance nécessite un travail d'une durée de 1 unité de temps. Quant aux coûts de transmission de l'information et d'agrégation des données, ils sont supposés nuls. Notons qu'en dépit de ces non convexités introduites dans les coûts de traitement et de communication de l'information, lorsque le nombre d'items à traiter croît, une augmentation du nombre de processeurs de quelque ampleur qu'elle soit ne peut empêcher un

allongement du délai total supporté par l'organisation. Mais dans ces deux modèles, les auteurs ne testent pas la sensibilité de leurs résultats à ces hypothèses particulières sur la forme des coûts.

Bolton et Dewatripont (1994) vont explorer cette question en formalisant de manière plus générale le coût de traitement et de communication de l'information. Leur modèle diffère aussi des modèles précédents en temps réel car ils imposent la stationnarité du réseau plutôt que la chasse aux temps morts. Pour Bolton et Dewatripont, la lecture et l'assimilation d'un rapport synthétisant n_i données est associée à un coût fixe égal à λ unités de temps et à un coût variable égal à « an_i » unités de temps. Ces auteurs ne retiennent donc pas l'hypothèse d'une non convexité dans l'assimilation de l'information : il faut plus de temps pour prendre connaissance d'un rapport synthétisant plus d'informations. Par ailleurs, traiter une information, qu'elle soit brute ou agrégée prend τ unités de temps.

Comme Kennedy (1994), Bolton et Dewatripont (1994) montrent que pour un même nombre n de processeurs, une structure séquentielle, qu'ils appellent « réseau en ligne d'assemblage » supporte un coût de communication plus élevé qu'une structure parallèle à un niveau hiérarchique. Chez Kennedy, ce résultat venait de ce que dans une structure séquentielle toute l'équipe participait au traitement d'un dossier alors qu'une seule personne en était responsable dans la structure parallèle. L'argument est ici différent car dans les deux structures, à l'arrivée d'une cohorte, chaque processeur reçoit un nombre de données identique à traiter, égal à un nième de la cohorte et un traitement en parallèle démarre. C'est la longueur des rapports communiqués qui différencie les deux structures en terme de communication. Le long de la structure séquentielle, les rapports transmis agrègent de plus en plus d'items, alors que dans la structure parallèle tous les rapports transmis font la même taille, qui est celle du premier rapport transmis dans la structure séquentielle.

Puis les auteurs enrichissent le modèle en tenant compte de gains le spécialisation. Comme par hypothèse les réseaux analysés sont stationnaires, les processeurs traitent les mêmes cohortes avec une fréquence qui dépend de leur rythme d'arrivée et de la rapidité avec laquelle elle sont traitées. Les auteurs supposent que les processeurs bénéficient d'un effet d'apprentissage tel que τ diminue avec κ fréquence avec laquelle le réseau traite de nouvelles cohortes d'informations. Ils continuent à considérer les réseaux en ligne d'assemblage, et plutôt qu'une structure pyramidale à un niveau hiérarchique, ils envisagent le cas plus général des hiérarchies uniformes, avec une étendue du contrôle égale à s et une hauteur égale à H. Dans la hiérarchie uniforme, il est possible de mettre en place une spécialisation totale. Dans ce cas, les processeurs de niveau 0 (les travailleurs « directs ») ne traitent qu'un item par cohorte et par conséquent, ils n'agrègent aucune information. Par contre, les processeurs de niveau 1 et plus sont spécialisés dans l'agrégation des données. Cette forme de spécialisation n'est pas possible dans le réseau en ligne d'assemblage car les processeurs doivent à la fois prendre connaissance des rapports qui leur sont transmis et y agréger les nouveaux items qu'ils ont traités. La notion de spécialisation développée ici est donc très différente de celle construite par Kennedy (1994) car précisément dans son modèle, la spécialisation n'était possible que dans le réseau en ligne d'assemblage.

Si le coût variable de communication est supposé nul, la hiérarchie uniforme bénéficie d'effets d'apprentissages plus importants, mais le réseau en ligne d'assemblage minimise les communications. En revanche, si le coût variable de communication est non nul, le réseau en ligne d'assemblage a un inconvénient supplémentaire puisque son coût de communication est renchéri relativement à celui de la hiérarchie uniforme. Les hypothèses de Bolton et Dewatripont sur les effets de l'informatique sur les coûts de communication sont, ici encore, opposées à celles de

Kennedy puisqu'ils considèrent que les coûts de communication, fixes tout autant que variables, sont diminués par ces technologies. Une première conséquence est une réduction dans le nombre de processeurs et une augmentation de l'étendue du contrôle. Dès lors, en présence de coûts de communication réduits, les hiérarchies régulières deviennent plus plates. Par ailleurs, une réduction dans les coûts variables de communication peut aussi conduire à accroître la performance du réseau en ligne d'assemblage face à celle de la hiérarchie uniforme.

Le modèle de Milgrom et Roberts (1988) analyse aussi l'effet des technologies du traitement de l'information sur l'organisation. Selon eux, elles réduisent les coûts de collecte d'information sur les différentes caractéristiques de la demande et dès lors favorisent un système de production à la commande face à un système de production sur stocks.

Au total, que peut-on retenir de l'effet des technologies assistant le système d'information sur l'organisation ? Notons qu'ils sont plus contradictoires que ceux de l'incertitude. Cela est en partie lié au fait que les modèles qui traitent de cette question sont presque essentiellement des modèles rattachés au théories du traitement de l'information, qui sont encore à une étape de maturité moins avancée. On peut dire néanmoins que les premiers modèles présentés indiquent que l'effet des technologies de l'information tend à compenser l'effet de l'incertitude en augmentant les capacités de traitement de l'information de la hiérarchie. Mais Kennedy (1994) et Bolton et Dewatripont (1994), qui adoptent des hypothèses opposées sur l'effet des technologies de l'information sur les coûts de communication, obtiennent des résultats différents, le premier soulignant que ces technologies conduisent à l'intégration des tâches de traitement de l'information, alors que les seconds développent l'idée qu'elles favorisent soit des hiérarchies plus plates, soit des réseaux en ligne d'assemblage. Dans ces deux modèles, ainsi que dans celui de

Milgrom et Roberts (1988) ce sont donc des solutions en rupture avec la logique hiérarchique qui sont mises en œuvre grâce à l'informatique.

(2) Les technologies productives

Dans la formalisation de l'incertitude, les chocs sur les coûts font référence à des imperfections de la technologie productive ou à une connaissance incomplète des caractéristiques de la technologie telle qu'elle s'insère dans un contexte de production particulier. La question de l'asymétrie des chocs a aussi été soulevée dans les modèles envisageant les problèmes liés à l'incertitude. Elle est pertinente dès lors que plusieurs actions sont en jeu dans l'activité de production et qu'il s'agit de les coordonner. Dans la section précédente, nous avons examiné, comment le modèle de Aoki (1986) où plusieurs ateliers doivent être coordonnés formalise la manière dont la technologie peut aider une hiérarchie à accroître l'efficacité de son système d'information.

Le modèle de Carmichael et Mac Leod (1993) pose une question différente puisque, s'il envisage des chocs asymétriques, c'est pour analyser comment le système de production y réagit. Le modèle s'inscrit d'ailleurs dans un cadre où l'incertitude ne génère pas de problème d'information particulier. Une fois qu'un choc s'est réalisé, il est parfaitement connu de tous. Dans le cadre de ce modèle, c'est l'adoption par l'entreprise d'une innovation de procédé qui est la source du choc asymétrique. Les auteurs remarquent d'ailleurs que si l'innovation de procédés génère un choc asymétrique, l'innovation de produits est source d'un choc symétrique. Le processus de production est composé de deux tâches A et B complémentaires ($\eta_{BA}<0$) et l'innovation de procédés accroît la productivité marginale de A ($d\upsilon_A>0$), tout en laissant celle de B inchangée. La demande pour les travailleurs de type A est supposée inélastique ($\eta_{AA}>-1$). Dans ce cadre

d'hypothèses, à salaire constant, l'emploi dans la tâche A diminue au profit de l'emploi dans la tâche B.

L'entreprise embauche les travailleurs *ex ante*, avant de connaître précisément la nature du choc et encourage les travailleurs à se former, sachant qu'il y a un coût à la formation sur chacune des tâches (C_A et C_B, avec $C_A<C_B$). L'adoption de l'innovation de procédés crée un écart entre la situation *ex ante* et la situation *ex post*, qui peut conduire l'entreprise à renvoyer une partie de ses salariés sur le marché du travail.

Les deux formes d'organisation qui sont examinées dans ce modèle varient par la palette de compétence de leurs salariés. Dans la firme désignée comme occidentale, les salariés sont encouragés à ne se former que sur une des tâches tandis que dans la firme désignée comme Japonaise, l'entreprise va encourager certains de ses salariés à se former dans les deux tâches, quitte à participer financièrement à la formation.

La résolution du modèle montre que dans la firme occidentale, où les salariés sont mono compétent, l'ensemble des salariés affectés *ex ante* à la tâche A va s'opposer au changement, auquel ils n'a pas intérêt. Sa résistance annule l'effet bénéfique de l'innovation sur la productivité. L'anticipation de cette situation par la firme la conduit à préférer la stabilité technologique. Dans la firme japonaise, les salariés pluri-compétents affectés initialement à la tâche A vont anticiper leur migration sur la tâche B et ne s'opposeront pas au changement. Le degré de consensus contre l'adoption de l'innovation est donc plus faible que dans la firme occidentale car il est cantonné aux salariés qui n'ont été formés que sur la tâche A. Dès lors, la propension à adopter les innovations de procédés sera plus forte en présence de salariés pluri-compétents. Ainsi, outre les coûts de coordination des

décisions, les chocs de type asymétrique modifient les interdépendances stratégiques entre les salariés et sont source de tensions plus ou moins fortes selon la palette de compétences des salariés qui détermine leur degré de redéploiement sur les tâches.

Nous avons vu aussi, que la technologie pouvait être source d'incertitude lorsqu'elle génère une grande complexité (Otani, 1994). Ainsi, une grande variété d'équipements ou des équipements sophistiqués nécessitent une mobilisation plus grande de connaissances. Dans le modèle d'Otani, la complexité technologique pousse le manager à accumuler de l'information sur les équipements en les utilisant lui-même pour bien comprendre leur fonctionnement dans le contexte local de production. On peut imaginer aussi d'autres moyens, plus collectifs, de générer cette accumulation de savoir. Le modèle à main d'œuvre homogène que nous avons proposé dans le chapitre V est construit autour d'une idée de ce type, nous y reviendrons dans la section suivante.

Dans les modèles de la théorie des équipes où est envisagée la coordination de plusieurs unités de production ou de plusieurs actions, la matrice de coefficients techniques qui décrit les paramètres des formes quadratiques utilisées a une influence dans les choix organisationnels. Lorsque nous avions présenté le problème de l'équipe en s'appuyant sur l'ouvrage de Marschak et Radner (1972), nous avions noté cette matrice Q(x) (équation [3.8]). La forme de cette matrice détermine les interdépendances entre les actions des unités de production ou des individus. Marschak et Radner envisageait que les coefficients de cette matrice puisse dépendre des états du monde.

Le modèle de base de Crémer (1990, 1993) donne un exemple simple où la forme de Q, qui est indépendante de l'environnement, est la clef de l'arbitrage organisationnel. L'équipe considérée est formée de deux ateliers, 1 et 2, contribuant

chacun à la production du bien final (x_1 et x_2). La forme quadratique qui relie les actions au gain de l'équipe est donnée dans le tableau 6.2. Dans cette exemple, la matrice Q est entièrement déterminée par deux coefficients B et C. Le paramètre B vient imposer une limite au niveau d'output optimal tandis que le paramètre C est à l'origine d'un gain de coordination. Les deux ateliers 1 et 2 subissent le même choc qui affecte A. *A priori*, ils devraient donc choisir des niveaux de production x_1 et x_2 identiques. Tout défaut de coordination conduit à un écart dans ces niveaux qui réduit le gain de l'équipe proportionnellement à C. B peut s'interpréter comme mesurant l'effet d'une erreur sur le niveau de la production agrégée (x_1+x_2). Du fait de la forme quadratique, toute erreur sur ce niveau génère aussi une perte.

Crémer s'intéresse à l'arbitrage entre structure d'information différenciée et indifférenciée. Nous avons déjà vu que dès lors que le choc sur A était symétrique, une incertitude accrue n'était pas à même de susciter un changement organisationnel. De fait, la clef de l'arbitrage est dans le niveau respectif de B et C. Si B est supérieur à C, une structure d'information différenciée génère un gain plus élevé qu'une structure d'information indifférenciée. Lorsque les structures d'information sont différenciées, les responsables d'atelier observent des variables aléatoires différentes. Sachant que la communication est impossible, il est plus difficile, dans ce cas, d'obtenir des décisions coordonnées. Cela est optimal lorsque l'importance de la coordination est relativement faible comparée à celle d'une décision précise concernant l'output agrégé, ou encore lorsqu'il est préférable d'avoir raison tout seul plutôt que de se tromper à deux. Une complémentarité plus forte entre les actions favorise, dans ce modèle, une structure d'information indifférenciée ou centralisée.

La forme quadratique utilisée par Crémer dans son modèle de 1980 est plus complexe car elle formalise la production de s biens par n ateliers interdépendants. Le choix organisationnel réalisé par la firme est celui d'une partition optimale en θ

services. Dans ce modèle, la courbure de la fonction de coût d'un service J, représentée par la matrice de coefficients techniques B_J, intervient dans la recherche de la partition optimale. Si cette courbure est faible, le coût marginal de production varie peu avec le niveau de l'output. Dans ce cas, des erreurs même importantes dans la prévision des transferts entre ateliers auront des impacts faibles. Or la matrice B_J résulte des matrices B_i caractérisant chacune des ateliers regroupés dans le service J. On montre que la courbure de la fonction de coût d'un service est plus faible que la courbure de la fonction de coût de n'importe lequel de ses ateliers. Les termes des matrices Bi qui sont privilégiés dans cette analyse sont les coefficients associés au carré des productions nettes, plus que les coefficients associés au produits croisés. Ces termes sont ceux qui déterminent les rendements d'échelle.

Dès lors, un atelier dont la production est très incertaine doit être inclus dans un service caractérisé par le B_J le plus faible possible (regroupant des ateliers avec des B_i faibles). L'investissement peut être utilisé par l'entreprise pour modifier les B_J. En effet, un service ayant une capacité en excès expérimente des rendements d'échelle presque constants alors qu'une marge de capacité faible est associée à des coûts marginaux qui augmentent rapidement avec la production. L'excès de capacité réduit donc le besoin de coordination alors que des capacités déterminées au plus juste l'accroît fortement.

Cette idée se retrouve chez Aoki (1986) qui utilise la même fonction de coût quadratique que Crémer. Dans son modèle, B_i représente, comme chez Crémer la matrice de coefficients techniques qui détermine les rendements d'échelle et l'interdépendance entre les différentes productions réalisées par un atelier. Il montre que l'avantage d'une coordination horizontale imparfaite sur une coordination de type hiérarchique augmente lorsque la matrice des coefficients techniques B_i est plus fortement dominante diagonale. Autrement dit, plus le coût marginal de chacun des

produits de l'atelier i est sensible à son niveau de production et plus la précision apportée par une coordination horizontale est avantageuse. Inversement, une coordination hiérarchique est mieux adaptée à une situation de rendements d'échelle quasi constants. Ainsi, la décentralisation des décisions peut aussi s'expliquer par l'élimination des surcapacités ou par des technologies de production spécifiques caractérisées par des rendements d'échelle décroissants.

La question des interdépendances productives est aussi aux cœur des modèles de Lindbeck et Snower (1996), de Kremer (1993), Kremer et Maskin (1996) et des théories des complémentarités productives.

Dans le modèle de Lindbeck et Snower (1996), la performance de la technologie est déterminée à deux niveaux différents où se jouent des complémentarités. Le premier niveau est celui de l'efficacité individuelle dans la réalisation des tâches. On retrouve tout d'abord le traditionnel gain de spécialisation qui s'appuie sur un effet d'apprentissage : plus on passe de temps à faire une tâche donnée et plus on est productif dans son activité. Si e_{ij} représente la productivité de l'individu i dans la réalisation de la tâche j et τ_{ij} la fraction de son temps qui y est consacré, alors cette propriété s'écrit : $\partial e_{ij}/\partial \tau_{ij}>0$. Cet individu passe, par ailleurs une fractions $1-\tau_{ij}$ de son temps à réaliser des tâches autre que j. Les compétences et connaissances mobilisées sur ces autres tâches peuvent être sans utilité pour la tâche i, mais l'inverse est aussi possible. Par exemple, un ouvrier de production qui effectue aussi du contrôle de qualité peut avoir accès, dans cette seconde tâche, à des informations qui lui permettent d'être plus attentif à certains détails lorsqu'il participe à la production du bien. Dans ce cas, on dira qu'il y a une complémentarité informationnelle entre les deux tâches, propriété qui s'écrit formellement : $\partial e_{ij}/\partial(1-$

τ_{ij})>0. Comme le temps de travail d'un individu est fini, accroître les gains de spécialisation réduit ceux liés à la complémentarité informationnelle et inversement.

Le second niveau est celui des tâches. Si deux tâches A et B entretiennent des complémentarités technologiques alors accroître la main d'œuvre affectée à l'une (N_A) affecte la productivité de la main d'œuvre affectée à l'autre (N_B) et inversement. Formellement, si F désigne la fonction de production, cette propriété est active lorsque les dérivées $\partial^2F/\partial N_A\partial N_B$ et $\partial^2F/\partial N_B\partial N_A$ sont non nulles. Cette seconde propriété peut être assimilée à celle dérivant des termes quadratiques de la fonction de coût dans les modèles de théorie des équipes. Dès lors qu'un produit croisé de facteurs apparaît dans la fonction de production, alors il y a ces complémentarités technologiques entre les tâches qui rendent nécessaire un effort de coordination. Selon les auteurs, toute technologie nouvelle qui renforce les complémentarités informationnelles entre les tâches ou les complémentarités technologiques favorise une organisation où les individus partagent leur temps entre plusieurs tâches et réduit l'efficacité d'une spécialisation totale.

Chez Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1993), le changement organisationnel n'est pas modélisé. Ces auteurs décrivent une famille de fonction de production où il y a une complémentarité forte entre des tâches ou des sous-groupes de tâches et où les travailleurs sont totalement spécialisés sur une tâche. Ces complémentarités font qu'il est préférable de faire travailler ensemble des individus aux compétences très homogènes. Un peu comme dans les bureaucraties professionnelles décrites par Mintzberg (1981), la proximité en terme de compétences favorisent la coordination. Un changement technologique qui modifie le statut d'un sous-groupe de tâche ou qui renforce l'efficacité d'une compétence face à une autre aura un effet sur la structure de la main d'œuvre propre à l'entreprise. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre V, une fonction de

production de type O'ring peut être appropriée pour décrire la technologie de production d'un bien complexe où les composants sont tous solidaires, ou encore pour décrire une organisation qui cherche à maîtriser ses délais de production, sa qualité ou encore à tendre ses flux de manière à réduire au maximum des capacités en excès et donc ses coûts totaux.

Enfin, les modèles de Milgrom et Roberts (1988, 1990 et 1992) insistent sur le rôle centrale de la diffusion des technologies de fabrication avancées dans la détermination des changements organisationnels. La DAO, CAO, CFAO réduisent les coûts d'amélioration des produits tandis que la GPAO, les robots, les MOCN permettent une meilleure maîtrise des coûts de lancement d'une production nouvelle et réduisant les gaspillages. Dès lors, elles jouent un rôle central dans le passage de l'ancien au nouveau modèle industriel.

Les modèles qui s'intéressent aux effets sur l'organisation d'un changement dans les technologies productives débouchent eux aussi sur des résultats contrastés. Il ressort néanmoins que si les technologies nouvelles accroissent les interdépendances productives et/ou réduisent les économies d'échelle jusqu'à favoriser des rendements décroissants, alors l'entreprise doit être particulièrement attentive à leur coordination. Il est difficile d'établir précisément la source de tels changements dans les propriétés de la technologie. Il semble néanmoins que la stratégie de l'entreprise joue un rôle fondamental : plus l'entreprise se fixe des objectifs variés (coûts, qualité, délais) et moins elle se laisse de marge de manœuvre en terme de capacité, plus les interdépendances horizontales vont s'accentuer.

Mais si la décentralisation de la décision permet de choisir des solutions mieux adaptées localement, le jeu des interdépendances peut favoriser une structure d'information centralisée (une « culture » d'entreprise plus forte ou les savoirs

communs sont plus importants) afin d'améliorer la qualité de la coordination. Enfin, l'autre dispositif organisationnel qui permet de retrouver des marges de manœuvre en présence d'interdépendances horizontales plus fortes est la polyvalence et/ou la pluri-compétence.

b) La différenciation des produits et la stratégie[105]

Dans le modèle avec main d'œuvre homogène que nous avons présenté dans le chapitre V (section B.-2.), nous avons distingué deux modèles d'organisation, correspondant chacun à une manière différente de mobiliser un savoir productif au sein de l'entreprise. Dans le modèle centralisé (modèle C), une main d'œuvre spécialisée observe les travailleurs directs et sur la base des informations ainsi recueillies, elle met au point des normes, standards, procédures de travail et décident du « qui fait quoi où » qui permet une coordination entre les actions productives. Ce modèle est décrit comme centralisé car le savoir technologique et le pouvoir de décision sont concentrés sur une partie seulement de la main d'œuvre que l'on peut considérer en position hiérarchique.

En revanche, dans le modèle décentralisé (modèle D), tous les travailleurs produisent et tous les travailleurs participent à la mise au point du savoir productif. Ils partagent leurs expériences et conçoivent collectivement des solutions aux problèmes qu'ils rencontrent en discutant de manière bilatérale ou bien à l'occasion de réunions. Comme chacun décide en s'appuyant sur les échanges d'information qui ont eu lieu au sein du collectif, le pouvoir de décision et le savoir sont disséminés, ce qui explique l'usage de l'adjectif « décentralisé » pour décrire ce modèle.

Nous avons montré dans le chapitre V que les entreprises se caractérisant par un collectif de travailleurs de grande taille avaient intérêt à être centralisées alors qu'inversement il était préférable pour un collectif de travailleur de petite taille d'être décentralisé. L'équation [5.72] donne le seuil de taille en deçà duquel la décentralisation est favorisée et le graphique 5.1 montre comme ce seuil se détermine à partir des fonctions de production. Ce résultat vient de ce que le coût d'une coordination décentralisée de la construction du savoir devient très élevé dans une organisation de grande taille tandis que les standards construits par un modèle centralisé sont sources d'économies d'échelle.

(1) La décentralisation favorise la diversité des biens

Jusqu'à présent, le modèle s'est focalisé sur le cas d'une seule firme dont les prix sont donnés. Nous allons à présent plonger cette entreprise dans un cadre d'équilibre général statique, en nous appuyant sur la formalisation de Stiglitz (1977) et Krugman (1980). Le goût des consommateurs pour la diversité est un trait de base de ces modèles. Il est exprimé par la fonction d'utilité suivante, qui correspond à celle d'un consommateur représentatif :

$$U = \sum_{b=1}^{B} c_b^{\theta} \quad 0 < \theta < 1 \qquad [6.1]$$

c_b représente la quantité du bien b qui est consommée, B le nombre de biens disponibles et θ le paramètre qui reflète le goût pour la diversité. Le nombre de biens proposés à la consommation est supposé élevé et un bien b dans cet ensemble est

---

[105] Comme la section B.2.a) du chapitre V, cette section s'appuie sur la publication qui a été réalisée avec Dominique Guellec (1994) et intitulée « Coordination within the Firm and Endogenous Growth », *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, N°1, pp. 176-197.

parfois appelé variété. Si l'on suppose que chaque bien est consommé en égale quantité, l'élasticité de l'utilité à cette quantité est mesurée par θ tandis que l'élasticité au nombre de variétés est unitaire. Comme θ est supposé strictement inférieur à 1, le consommateur représentatif préfère un accroissement dans le nombre de biens à un accroissement dans la quantité consommée de chaque variété.

Du côté de l'offre, on considère que chaque bien est produit par une seule firme[106]. Chaque bien est produit avec un coût fixe, son coût d'invention ou les ressources dépensées en R&D, et avec un coût variable :

$$n_b^T = n^R + n_b \qquad [6.2]$$

n^R représente le nombre de chercheurs nécessaires à l'invention, supposé identique pour tous les biens et exogène et n_b est le nombre de travailleurs caractérisant l'atelier qui fabrique le bien b. Comme dans le chapitre V, on suppose la main d'œuvre homogène, ce qui revient à considérer que les chercheurs et les travailleurs qui participent à la production ont les mêmes compétences. Les fonctions de production alternatives auxquelles l'entreprise peut recourir viennent directement de l'équation [5.68] :

$$y_b = \beta_j n_b^{\alpha_j} \quad b \in [1, B], \ j = c \text{ ou } d \qquad [6.3]$$

Le volume de production du bien b est noté y_b et il peut varier pour un n_b donné en fonction du mode de coordination choisi par l'entreprise. Les consommateurs sont en nombre N. Ils regroupent les chercheurs et les travailleurs

[106] On n'écarte pas la possibilité de firmes multi-produits, mais dès lors que l'entreprise ne peut pas bénéficier d'économies d'envergure, cela n'affecte pas nos résultats.

qui participent à la production. L'équilibre du marché des biens et celui du marché des produits sont exprimés respectivement par les équations [6.4] et [6.5] :

$$y_b = Nc_b \qquad [6.4]$$

$$N = \sum_{b=1}^{B} n_b^T \qquad [6.5]$$

Comme les biens sont produits avec un coût fixe, les rendements d'échelle sont croissants pour chaque bien. La seule structure de marché stable est alors celle où il y a un monopole pour chaque bien. Ainsi chaque bien est offert par une seule firme et par conséquent la concurrence n'existe qu'entre firmes produisant des biens différents mais substituables (concurrence à la Chamberlin). Comme tous les biens ont les mêmes caractéristiques aussi bien du côté de l'offre que de celui de la demande, ils seront produits en même quantité et vendus au même prix à l'équilibre. De plus, chaque entreprise aura un même niveau de productivité, c'est à dire choisira, à l'équilibre, un même modèle organisationnel. Cette condition de symétrie permet d'omettre l'indice b sans perdre d'information.

La résolution du modèle (voir Dixit et Stiglitz, 1977), fournit les prix d'équilibre et le nombre de biens. La maximisation de l'utilité donne directement l'élasticité-prix de la demande (1/1-θ), puis les entreprises fixent leur prix de manière à maximiser leur profit :

$$\underset{p}{\mathrm{Max}}\; py_j(p) - w[n(y_j(p)) + n^R] \qquad [6.6]$$

Pour autant que le nombre de biens B est important, les décisions des firmes quant à la fixation de leur prix auront des effets négligeables sur l'utilité marginale du revenu. A partir de la résolution de [6.6], on obtient les prix d'équilibre :

$$\frac{w}{p} = \theta \frac{\partial y_j}{\partial n} = \theta \beta_j \alpha_j n^{\alpha_j - 1} \qquad [6.7]$$

On obtient aussi les quantités d'équilibre, en tenant compte du fait que la libre entrée sur les marchés fait tendre les profits vers zéro :

$$B = B_j = \frac{(1 - \theta \alpha_j) N}{n^R} \qquad [6.8]$$

Ainsi, les déterminants du nombre de biens à l'équilibre sont la taille de l'économie N (qui compte car l'innovation est associée à un coût fixe), le niveau du coût de l'innovation n^R, le goût du consommateur pour la diversité θ et l'élasticité de la production à la main d'œuvre α_j. Il y a clairement un arbitrage entre plus de diversité et une quantité plus importante de chaque bien : plus les rendements d'échelle dans la production sont importants, plus le sacrifice qu'implique la diversité en terme de quantité sera élevé. Comme les rendements d'échelle sont plus fortement croissants dans le modèle C que dans le modèle D (équation [5.71]), le nombre de biens d'équilibre sera plus élevé pour D que pour C :

$$B_c < B_d \qquad [6.9]$$

Une économie où les firmes sont plutôt centralisées génère donc moins de diversité qu'une économie où les firmes sont décentralisées

(2) Organisation et diversité dans un cadre dynamique

Ce dernier résultat va être étendu dans un cadre dynamique, ce qui nécessité quelques hypothèses supplémentaires. Tout d'abord, la croissance est définie par une augmentation du nombre de biens disponibles B, que nous indexons par le temps (B_t). La productivité n'intervient pas dans ce processus ce qui permet de se focaliser sur la question principale : la relation dynamique entre organisation et différenciation. On suppose que tous les biens sont produits et vendus en une seule période. A chaque période, ils sont donc nouveaux et le savoir issu de l'apprentissage dans la production est dissipé d'une période sur l'autre. En ce sens, l'apprentissage peut être considéré comme « localisé » (Stiglitz, 1987 ; Dosi, 1988), c'est-à-dire limité à chaque bien.

Ensuite, l'invention de nouveaux biens vient de l'activité de recherche, que nous modélisons comme Romer (1990). De nouveaux biens sont inventés en utilisant le savoir accumulé dans les laboratoires et incorporé dans les biens du passé. Comme le savoir est un bien public auquel tout chercheur peut accéder gratuitement, la productivité de chaque chercheur mesuré par le nombre de ses inventions augmente au fur et à mesure que le nombre de biens existants devient plus élevé. Par ailleurs, on suppose que la productivité marginale du savoir dans les activités de recherche est constante : un effort donné de recherche produit un nombre d'inventions exactement proportionnel au stock de savoir, quel que soit le niveau de ce stock. Cette dernière hypothèse permet une croissance perpétuelle dans le facteur accumulé, qui est une conclusion qui distingue le cadre de la croissance endogène du cadre classique d'analyse de la croissance. Le nombre de découvertes par chercheur à la période t s'écrit δB_{t-1}, où δ est un paramètre d'échelle. Quant au nombre total de découvertes, il s'écrit :

$$B_t = \delta B_{t-1} N_t^R \qquad [6.10]$$

où N_t^R est le nombre total de chercheurs à la période t. Le nombre de chercheurs nécessaires à une invention (noté n^R dans la section précédente et fixé) s'écrit maintenant :

$$n_t^R = \frac{N_t^R}{B_t} \qquad [6.11]$$

En utilisant les équations [6.8], [6.10] et [6.11], on obtient le taux de croissance du nombre de biens à la période t :

$$\frac{B_t - B_{t-1}}{B_{t-1}} = \delta N(1-\theta\alpha_j) - 1 \quad \text{si} \quad N > \frac{1}{\delta(1-\theta\alpha_j)} \qquad [6.12]$$

Le taux de croissance du nombre de biens à l'équilibre augmente avec la taille de l'économie et le goût des consommateurs pour la diversité, tandis qu'il décroît avec l'élasticité de la production à la main d'œuvre comme dans le cadre statique. On remarque qu'aucune des variables à droite de l'équation [6.12] n'est dépendante du temps. Le taux de croissance est donc constant au cours du temps, ce qui témoigne d'un équilibre stable. On omet donc l'indice t et on note g_c et g_d le taux de croissance associé aux deux modes de coordination. On a :

$$g_c < g_d \qquad [6.13]$$

Ce résultat s'appuie sur le même mécanisme que le résultat statique : il y a un arbitrage entre plus de diversité et une quantité plus grande de chaque bien. La diversité est favorisée quand son coût en terme de quantité (qui dépend de j) est plus faible. Le modèle D génère donc une croissance plus forte du nombre de biens que le

modèle C. Le différentiel d'innovations de produits entre les deux modèles organisationnels est cohérent avec le différentiel de l'effort à l'innovation mesuré par la main d'œuvre affectée à la R&D. En effet, les équations [6.10] et [6.12] donnent :

$$N_j^R = (1 - \theta\alpha_j)N \qquad [6.14]$$

Que donne la dynamique d'une économie où les entreprises peuvent changer leur organisation ? Quand le modèle C ou le modèle D sont-ils les plus efficients ? On a montré, dans le chapitre V, que les entreprises choisissent leur mode de coordination en fonction de la taille de leur collectif de travailleurs. Dans un cadre d'équilibre général, cette taille dépend de la taille de l'économie et du nombre de biens. A la date t, cette relation est la suivante :

$$n_t = \frac{\theta\alpha_j N}{B_t} \qquad [6.15]$$

Un faible niveau du nombre de biens est associé avec des collectifs de travailleurs de taille importante (n), et cette taille décroît avec l'augmentation de B générée par le processus de croissance. La relation exprimée par l'équation [6.15] est reportée dans le graphique 6.1. B représente le niveau technologique atteint par l'économie et B^s le nombre de biens correspondant au seuil n^s, calculé dans le chapitre V (équation [5.72]). Le modèle C est choisi jusqu'à ce que B atteigne B^s, dont la valeur dérive ici des équations [5.72] (avec j=c) et [6.15] :

$$B^s = \left(\frac{\beta_c}{\beta_d}\right)^{\frac{1}{\alpha_c - \alpha_d}} \theta\alpha_c N \qquad [6.16]$$

Quand B dépasse ce seuil, les firmes changent leur mode de coordination, suscitant un accroissement de la main d'œuvre affectée aux activités de R&D (N_j^R, équation [6.14]) qui alimente une croissance plus forte du nombre de biens (graphique 6.2). Une technologie impliquant plus d'innovations de produits et plus de variétés peut donc aussi être à l'origine de changements organisationnels.

(3) Technologie, stratégie et organisation

Dans notre modèle, la forme organisationnelle choisie par les entreprises dérive de la taille des séries, qui résulte de la différenciation des produits. La réduction de la taille des collectifs de travailleurs en charge d'un produit modifie l'avantage relatif des économies d'échelle propre au modèle centralisé, ainsi que le coût relatif de la communication dans le modèle décentralisé.

Notre résultat peut être comparé à celui de Aoki (1986, 1993a) qui attribue le passage à des formes de coordination plus horizontales à une volatilité plus grande sur les marchés, alors que nous l'attribuons à la différenciation des produits. L'apprentissage sur lequel Aoki se focalise concerne l'estimation du coût réel de l'atelier. Le partage de l'information, permet une optimisation globale de l'allocation de la production entre les unités visant à minimiser le coût total. Pour Aoki, c'est la planification de la production qui est en jeu dans la coordination (la décision prise est une matrice caractérisant les productions de chacun des ateliers) alors que nous avons centré notre analyse sur la technique de production (les décisions prises concernent les procédés de production utilisés). Ce n'est donc pas le même savoir qui circule entre les ateliers.

Quoi qu'il en soit, on peut très bien s'attendre à ce que dans des marchés plus petits, un marché étant défini par un bien, avec un degré de substituabilité entre les biens élevé, les fluctuations de la demande soient moins prévisibles car la loi des

grands nombre s'applique moins bien. De plus, les problèmes de maîtrise de la technologie que nous avons soulignés peuvent être à la source de l'incertitude technique sur laquelle Aoki insiste : lorsque l'on a peu de savoir sur la technologie, il est plus difficile d'estimer le coût d'un incident et les incidents auront de fortes chances d'être plus fréquents. Ainsi, même si les mécanismes à l'œuvre sont différents avec l'incertitude et avec la différenciation, ils sont étroitement liés et peuvent conduire au même résultat en matière de choix d'un mode de coordination.

Nos résultats peuvent aussi être interprétés de façon plus large. Dans le contexte de concurrence accrue qui a caractérisé les vingt dernières années, les entreprises n'ont pas seulement développé la variété ou la différenciation des produits, elles ont aussi cherché à concilier un plus grand nombre d'objectifs afin de conforter ou de créer des avantages compétitifs. Les stratégies développées ont aussi visé à une productivité accrue, qui permet d'avoir des coûts et des prix bas, à plus de flexibilité, de qualité et à des délais moindres entre commande et livraison. L'investissement dans des technologies de fabrication avancées et dans les technologies de l'information peut être un moyen de concilier ces différents objectifs. Elles permettent des économies de main-d'oeuvre, ce qui renforce la productivité du travail et elles ne sont pas incompatibles avec les autres objectifs. Notamment, comme le soulignent Gerwin et Tarondeau (1984, 1986), alors que longtemps l'introduction d'une machine supplémentaire était synonyme d'une rigidité accrue du processus de production, ces technologies permettent d'allier l'automatisation à un certain degré de flexibilité.

Cependant, ces différents objectifs sont fortement interdépendants (Capdevielle et Héran, 1988). Par exemple, on ne pourra pas livrer à temps un produit de qualité si une machine tombe en panne et si on ne dispose pas de stocks du produit demandé. Les machines automatiques ne suffisent pas pour traiter ces différents objectifs dans

leur globalité. Une refonte de l'organisation orientée vers un accroissement de l'intégration et la décentralisation leur est complémentaire car alors les différents intervenants dans l'atelier peuvent dialoguer et se coordonner pour résoudre des conflits locaux entre les différents objectifs.

Il nous semble que la complémentarité entre les dispositifs organisationnels relèvent plutôt d'un phénomène de ce type plutôt que de l'action de la technologie comme semblent le suggérer Milgrom et Roberts (1988, 1990, 1992). Si la chute du prix des technologies de l'information est frappante, l'acquisition de ces technologies est loin de déterminer à elle seule le contenu des modes de coordination. Ainsi nous avons vu que la technologie pouvait être la source de nouveaux avantages à la fois dans les structures centralisées et décentralisées.

3. Les compétences

Comme la plupart des modèles que nous avons sélectionnés sont construits sur une hypothèse de rationalité limitée, les compétences de la main d'œuvre sont un troisième facteur générateur de changement organisationnel. L'organisation du système d'information de l'entreprise vise à dépasser la somme des rationalités individuelles, ou encore à accroître la rationalité des décideurs. Dans ces modèles, la dimension de la compétence qui est prise en compte est la propension à l'erreur. Tout changement dans la distribution de cette compétence va affecter les choix organisationnels. Mais les compétences sont aussi mobilisées dans les activités productives puisqu'elles forment la source de la productivité des individus. Nous allons voir comment différents types d'organisation s'appuient sur différents aspects de la compétence. Enfin, dès lors que l'entreprise peut sélectionner la compétence de sa main d'œuvre au sein d'un continuum de compétences possibles, la question de

l'articulation des compétences les unes aux autres devient une question organisationnelle.

Si la compétence intervient comme argument dans une partie des modèles sous revue, elle est rarement endogénéisée. La distribution des compétences est en général donnée, traitée comme un fait naturel. Nous allons revenir sur le modèle à main d'œuvre hétérogène que nous avons proposé dans le chapitre V et montrer comment l'accroissement du niveau général d'éducation, résultat de l'investissement dans le système scolaire peut être un facteur explicatif du changement organisationnel.

a) Les compétences dans les modèles

(1) La propension à l'erreur

Les modèles de Aoki (1986, 1990a) modélisent la compétence comme une capacité à identifier correctement les événement émergents affectant les coûts et la demande adressée aux ateliers, ou inversement comme une propension à faire des erreurs. Nous avons souligné dans le chapitre III que le modèle de 1986 formalisait de manière asymétrique les erreurs faite par les responsables hiérarchiques dans une structure où la coordination est réalisée de manière verticale et les erreurs faites par les ateliers pratiquant un mode de coordination horizontal.

L'erreur des responsables hiérarchique est modélisée par le couple (γ,Δ) où γ représente le degré d'imprécision[107] du centre et Δ le délai écoulé entre l'observation

[107] Chez Geanakoplos et Milgrom (1991), la compétence de la hiérarchie est formalisée un peu comme chez Aoki (1986). L'erreur d'observation d'un manager a une variance plus faible lorsque celui-ci a des compétences plus élevées (α_i) ou lorsqu'il passe un temps plus important à observer les événements émergents (τ_i). La question de Geanakoplos et Milgrom est néanmoins différente de celle de Aoki car il ne s'agit pas de construire un arbitrage entre modes de coordination horizontaux et verticaux, mais de déterminer quelle forme prend la délégation entre le centre et la hiérarchie intermédiaire. Cette délégation n'est pas envisagée dans le modèle de coordination

réalisée par le responsable hiérarchique et la mise en œuvre, par les ateliers, des nouvelles décisions associées à cette observation. Dans la section portant sur la technologie, nous avons considéré que ce couple caractérisait la technologie de traitement de l'information du responsable hiérarchique. Mais ce couple peut aussi être interprété comme un indicateur de la compétence des décideurs, compétence qui peut être élargis grâce à l'outil technique. En ce sens, l'informatique viendrait suppléer aux limites de la rationalité des décideurs.

L'erreur des ateliers est, quant à elle, modélisée de manière radicalement différente. S'ils se trompent en observant un choc, ils le savent et préfèrent prendre leur décision de manière routinière en ne se fiant qu'à leurs informations *ex ante*. S'ils ont raison, ils le savent aussi et alors ils sont capables de décrire le choc sans faire d'erreur. Tous les ateliers de l'entreprise ont raison en même temps avec une fréquence $\rho(t)$, qui augmente au cours du temps selon une loi de Gompertz dont les paramètres β et k, communs à l'ensemble des ateliers représentent respectivement l'inverse de la capacité initiale à reconnaître parfaitement les chocs ($\ln[1/\rho(0)]$), et la vitesse d'apprentissage.

Ainsi, les ateliers apprennent à partir de leurs erreurs passées et leurs erreurs diminuent dans le temps. Par ailleurs, ils savent observer parfaitement un choc car ils sont proches du terrain. A l'opposé, les responsables hiérarchiques sont condamnés à l'erreur. La condition d'arbitrage entre coordination hiérarchique et coordination

---

verticale de Aoki car le centre y prend les décisions pour l'ensemble des ateliers. En ce sens, la coordination verticale formalisée n'est pas décentralisée. Geanakoplos et Milgrom montrent que la taille des services et la compétence des managers jouent comme des substituts. Pour un niveau d'incertitude donnée, plus la hiérarchie intermédiaire est compétente et plus la taille des services est grande. Nous reviendrons un peu plus loin sur un autre résultat de ce modèle. Par ailleurs Rosen (1982) obtient le même résultat sur le lien entre compétence managériale et taille des services.

horizontale est portée dans le tableau 6.3. Le développement de la compétence maganériale (baisse de γ et de Δ) induit une hausse du terme de gauche de la condition d'arbitrage alors qu'un accroissement de la compétence des ateliers (hausse de $1/\beta$, hausse de k) augmente le terme de droite. La compétence représente donc un avantage pour les deux formes d'organisation, mais elle n'est pas représentée de la même manière selon que la coordination est verticale ou horizontale puisqu'elle est statique d'un côté et dynamique de l'autre.

[Insérer tableau 6.3]

Dans son modèle de 1990(a), Aoki rompt avec cette représentation asymétrique de l'erreur. Si le mode de coordination est horizontal, les ateliers consacrent une portion t_1 de la période de production à observer les aléas et un temps $\bar{t}_2$ à communiquer cette information aux autres ateliers. L'observation et la communication sont sources d'erreurs. Ceci conduit l'ensemble des ateliers à partager, suite à la communication, une information bruitée sur tous les événements émergents. L'erreur faite par les ateliers est donc maintenant analogue à celle faite par les responsables hiérarchiques dans le modèle de 1986. Le processus d'apprentissage est formalisé à l'aide d'une loi de Gomperz comme dans le modèle précédent. Mais cette loi s'applique à la précision de l'erreur plutôt qu'à la probabilité d'identifier parfaitement un choc. La précision de l'erreur est notée h, comme dans le modèle de Itoh (1987)[108], elle varie en fonction du temps investi dans l'observation et l'analyse du processus de production t_1 ($h(t_1)$).

---

[108] Itoh (1987) modélise la compétence du responsable d'atelier lorsqu'il formalise sa capacité à traiter l'information h(x). Il modélise aussi la distinction entre une compétence de généraliste et une compétence de spécialiste. Mais dans ce modèle, c'est cette compétence elle-même qui est pensée comme une dimension

Dès lors, la compétence d'un atelier est décrite par le couple (h(0),h(+∞)), c'est à dire par sa précision initiale (plus elle est importante et plus la variance initiale de l'erreur sera faible) et sa précision maximale, obtenue s'il passait un temps infini à observer. Aoki montre que plus le niveau initial des capacités à traiter l'information est faible et plus la capacité potentielle ou maximale est forte, plus l'investissement optimal t_i* en temps d'apprentissage est élevé. La capacité initiale de l'atelier à identifier les chocs est donc un substitut au temps de coordination. Notons aussi que dans ce modèle, comme dans celui de 1986, on ne sait pas très bien si la compétence de l'atelier est celle de son responsable, ou bien si elle est collective, produit de la compétence de l'ensemble des travailleurs directs.

Sah et Stiglitz (1988) formalisent aussi la compétence comme propension à l'erreur. Lorsque le rendement des projets examinés par l'organisation est dichotomique (un bon projet rapporte x_1, un mauvais $-x_2$), un évaluateur peut faire deux types d'erreurs : une erreur de type I (rejeter à tort un bon projet) et une erreur de type II (accepter à tort un mauvais projet). La propension à faire des erreurs de type I est notée 1-P_1, et celle à faire des erreurs de type II, P_2.

Comment les choix organisationnels sont-ils sensibles à ces deux paramètres ? Dans le modèle enrichi proposé par Sah et Stiglitz, ils affectent tout d'abord le coût global d'évaluation de l'organisation. Si les propensions à accepter les projets P_1 et P_2 sont élevées (erreur de type I faible, erreur de type II élevée), alors le coût d'évaluation de la hiérarchie est plus important car tous les évaluateurs (à l'exception du premier) auront plus de projets à examiner. En revanche, le coût global d'évaluation de la polyarchie sera plus faible, chaque évaluateur ayant moins de

---

organisationnelle. Aussi c'est elle qui est endogène, contingente aux caractéristiques de l'incertitude. Nous ne souhaitons pas revenir sur ce modèle qui a été amplement décrit dans la section consacrée à l'incertitude.

projets à considérer. Par ailleurs, la qualité «effective » du portefeuille de projets (Q^O,O=P ou H), qui tient compte du coût d'évaluation des projets croît avec P_1 et P_2.

Ces effets vont contribuer à déterminer l'impact de P_1 et P_2 sur la taille des organisations. Les conditions sur les paramètres sont retranscrites dans le tableau 6.3. La qualité de la prise de décision managériale a un effet direct sur la taille, lié à la sélection des projets, et un effet indirect, qui passe par le coût d'évaluation. L'effet indirect est clair : si P_1 ou P_2 sont plus élevés, alors le nombre optimal d'évaluateurs diminue dans la hiérarchie et augmente dans la polyarchie. L'effet direct est, en revanche, ambigu. Dans une hiérarchie, une erreur de type I (type II) plus importante diminue (augmente) le nombre optimal d'évaluateurs si la qualité « effective » du portefeuille de projets est élevée (faible). Pour la polyarchie, les effets sont de sens opposé. L'effet global dépend de la composition de ces deux effets.

Sah et Stiglitz (1988) analysent aussi l'effet de la qualité managériale sur le consensus optimal d'un comité. Pour simplifier le problème, ils se placent dans le cas où P_2=1-P_1. La propension à faire des erreurs de type I et II est donc identique et un P_1 plus élevé correspond à une moindre propension aux deux types d'erreur. Dans ce cas, le degré de consensus optimal (k*) augmente avec P_1. Une qualité managériale plus grande favorise la règle de décision à la majorité. Et si P_1 est au plus égale à ½, la performance relative du comité par rapport à la hiérarchie augmente avec P_1, ainsi que celle de la polyarchie relativement à la hiérarchie.

Enfin, la propension à l'erreur est au cœur des fonctions de production de type O'ring utilisées par Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996). La forme multiplicative de ces fonctions fait que la firme va chercher, pour chaque sous-groupe de tâches où les problèmes de qualité sont contagieux, la main d'œuvre la plus homogène possible.

Nous avons indiqué dans le chapitre V que les interdépendances productives horizontales formalisées par la famille de fonctions O'ring avait beaucoup de points communs avec les fonctions récursives proposées par Beckmann (1977, 1985) pour formaliser les interdépendances verticales. Le modèle de Rosen (1982) s'appuie sur une fonction de ce type qui cherche à formaliser la division du travail au sein d'une hiérarchie.

Ce modèle part de l'hypothèse que la compétence d'un individu peut être représentée par un vecteur (θ^i_0, …θ^i_h,…θ^i_H) correspondant à sa productivité dans les tâches spécialisées qui caractérisent chaque niveau hiérarchique (h) de l'organisation. Une fois embauché, l'individu ne mobilise qu'une des dimensions de sa compétence, celle qui est associée à son rang dans l'entreprise. Dès lors, à chaque niveau hiérarchique se trouve des travailleurs dont les compétences sont hétérogènes. Un résultat particulièrement intéressant de ce modèle est que le travail du supérieur hiérarchique a justement pour effet de rendre les productivités individuelles homogènes en surveillant les travailleurs de manière à ce qu'ils ne relâchent pas leur effort et en passant du temps à formuler et à expliciter les instructions. Dès lors, on peut penser que la suppression des niveaux hiérarchiques intermédiaires dans les organisations conduit à des fonctions de type O'ring si des objectifs de qualité et de délai sont imposés. D'une certaines manière, dans ces nouvelles organisations, l'homogénéité de la main d'œuvre en terme de compétence se substitue à la suppression de postes de responsables hiérarchiques.

Notons que chez Rosen (1982), comme chez Beckmann (1977, 1985), Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988), Valsecchi (1992) ou Kremer (1993), l'organisation elle-même est source d'une hétérogénéité dans les compétences. Les interdépendances verticales ou horizontales génèrent des complémentarités qui creusent un écart entre la performance des individus isolés, et celle qu'ils obtiennent lorsqu'ils sont encadrés

ou insérés dans un groupe. C'est aussi vrai pour tous les modèles qui formalisent un effet d'apprentissage (Aoki, 1986, 1990a ; Bolton et Dewatripont, 1994 ; Lindbeck et Snower, 1996). L'expérience de la production est source de savoir, qui se traduit par une compétence accrue.

(2) La variété des talents d'un individu

Certains modèles, peu nombreux au sein de notre sélection, mobilisent une autre dimension de la compétence qui peut être désigné comme la variété des talents, la souplesse d'adaptation ou encore la flexibilité. Dans leur modèle, Lindbeck et Snower (1996) utilisent le terme anglais « versatility » qui devient péjoratif lorsqu'il est traduit littéralement en français puisqu'il décrit une personne qui change facilement d'opinion. Pour ces auteurs, un main d'œuvre flexible change facilement de tâche.

Comment cette propriété est-elle formalisée par Lindbeck et Snower ? Ils considèrent deux types de main d'œuvre (i=1 ou 2) et deux tâches (j=A ou B). Au départ, la main d'œuvre de type 1 a un avantage comparatif pour l'exécution de la tâche A. Si e_{ij} représente la productivité de l'individu i dans la réalisation de la tâche j, alors l'avantage comparatif de la main d'œuvre de type 1 s'écrit : $e_{1A}/e_{1B}>e_{2A}/e_{2B}$. Plus cet avantage comparatif est fort, plus les deux types de main d'œuvre auront des productivités différentes dans les deux tâches. Dès lors, il leur sera difficile de passer d'une tâche à l'autre car alors, il enregistreront une baisse de performance qui compliquera à la fois leur travail et le travail de leur collègues. Par contre, si la productivité de chacun des deux types de main d'œuvre dans les deux tâches est comparable, alors le passage d'une tâche à une autre est plus aisé. Les auteurs montrent qu'une main d'œuvre ayant un niveau de productivité dans différentes

tâches plus homogène favorise une organisation où la main d'œuvre partage son temps entre différentes tâches plutôt que d'être totalement spécialisée sur une tâche.

Carmichael et Mac Leod (1993) s'intéressent aussi à la pluri-compétence des salariés. Celle-ci vient d'une décision de formation des individus, encouragée par l'entreprise. Un salarié n'est pas capable de réaliser une tâche s'il n'a pas reçu une formation spécifique. La pluri-compétence est donc plus coûteuse que la mono compétence car elle nécessite deux formations. Même si le travailleur est pluri-compétent, l'entreprise ne l'affecte qu'à une seule des deux tâches et il reçoit le salaire qui correspond à la tâche la mieux rémunérée à laquelle il a été formé. Dès lors, un travailleur de ce type n'a intérêt de financer sa formation qu'à hauteur du supplément de rémunération qu'il peut en tirer. C'est l'entreprise qui doit financer le reliquat si elle souhaite recourir à ce type de main d'œuvre. Quelle est l'avantage pour elle ? Le modèle montre que pour un certain nombre de conditions sur les paramètres du modèle, la main d'œuvre pluri-compétente s'adapte mieux à un choc asymétrique comme une innovation de procédés.

La variété des talents de la main d'œuvre est formalisée par Rosen (1982) et Geanakoplos et Milgrom (1991), mais comme ces modèles cherche à rendre compte des arbitrages au sein de hiérarchies où la main d'œuvre est parfaitement spécialisée, la possibilité de faire tourner la main d'œuvre sur plusieurs tâches n'est pas envisagée. Ces auteurs finissent d'ailleurs par abandonner leur première représentation vectorielle de la compétence pour n'en considérer qu'une seule.

Les modèles de Milgrom et Roberts (1990, 1992) et Athey et Schmutzler (1994) évoquent la flexibilité de la main d'œuvre, sans pour autant la formaliser explicitement. Pour Milgrom et Roberts, une abondance plus grande de travailleurs

capables de changer aisément de tâches et de modifier l'ordre de leurs priorités favorise le nouveau modèle :

> « *Although we do not explicitly model labor force decisions here, an element of the flexibility of modern manufacturing is associated with broadly trained workers and with work rules that facilitate frequent changes in activities. In this context we may interpret investments in flexibility in terms of worker education and industrial relations efforts, as well as the purchases of physical capital* », (1992, p. 520).

De la même manière, Athey et Schmutzler (1994), assimilent l'investissement dans le capital humain comme un investissement de flexibilité, qui réduit le coût marginal du changement dans les manières de produire et dans ce qui est produit.

(3) La hiérarchisation des compétences

Dès lors que la qualité de la main d'œuvre est hétérogène, la question de l'articulation des différents niveaux de compétence devient une question organisationnelle. Elle est tout particulièrement soulevée par les modèles qui formalisent le traitement de l'information ou la production comme des processus séquentiels.

Du côté des théories qui s'intéressent à la hiérarchie, les modèles de Calvo et Wellicz (1979), Rosen (1982), Geanakoplos et Milgrom (1991) abordent cette question. Ils montrent qu'au sein d'une hiérarchie, le degré de compétence et le niveau hiérarchique d'affectation sont positivement corrélés.

Calvo et Wellicz (1979) décrivent la hiérarchie comme un dispositif qui permet de superviser la main d'œuvre. Dès lors, il est rationnel de placer les individus les plus compétents aux niveaux les plus élevés de la hiérarchie car la supervision

produite par un responsable qui se trouve à un niveau hiérarchique h affecte le travail d'un plus grand nombre de personnes que celle produite par un de ses subordonnés de niveau h-1.

Pour Rosen (1982), un responsable hiérarchique supervise et encadre. Son modèle montre que la compétence managériale est la clef de voûte de la productivité de l'entreprise. L'équilibre sur le marché du travail fait que les individus les plus talentueux se retrouvent à la tête des plus grandes entreprises. Les individus un peu moins compétents deviennent leurs subordonnés ou bien deviennent présidents d'entreprises de plus petite taille et ainsi de suite jusqu'à ce que finalement, les individus les moins performants deviennent travailleurs directs.

Ces deux modèles montrent que cette structuration des compétences au sein de la hiérarchie peut générer une asymétrie à droite dans la distribution des salaires interne à l'entreprise et observée à un niveau agrégé. Ce résultat vient de ce que les écarts de salaire entre les échelons hiérarchiques doivent être supérieurs aux écarts de compétence. Chez Calvo et Wellicz, c'est un argument en terme d'incitation qui est mis en avant tandis que Rosen explique cet écart relatif par l'effet multiplicatif de la compétence du manager sur la performance. Dans le modèle de Rosen une asymétrie à droite dans la distribution des tailles d'entreprise est aussi générée.

Pour Geanakoplos et Milgrom (1991), si un ensemble de décisions doivent être prises en séquence de telle manière qu'une décision i ne peut être prise tant que toutes les décisions qui la précèdent n'ont pas été tranchées, alors les individus les plus capables doivent être placés en amont du processus de décision. En effet, dans ce cas de figure, la lenteur d'une manager haut placé se répercute dans toute l'organisation.

Deux autres modèles soulèvent la même question tout en s'intéressant à des structures plus horizontales que verticales. Il s'agit des modèles de Kennedy (1994) et Kremer (1993). Le modèle de Kennedy fait écho à celui de Geanakoplos et Milgrom (1994). Il montre que dans une organisation séquentielle, où des analystes spécialisés traitent un dossier par étapes, il est optimal de placer les analystes les plus compétents en début de séquence et les moins compétents en fin de séquence. Le résultat de Kennedy est lié à l'hypothèse de complexité décroissante des problèmes, alors que le résultat de Geanakoplos et Milgrom est lié à une contrainte de temps. Notons que si l'on suit la logique de ces deux modèles, il faudrait inverser l'ordre des compétences dans l'organisation selon la nature des problèmes à traiter et / ou selon le sens des flux d'information (de l'aval vers l'amont lors de la conception d'un plan de production ou de la sélection d'un projet d'investissement, de l'amont vers l'aval lors de la désagrégation du plan de production).

Le modèle de Kremer (1993) enfin, traite la question de la distribution des compétences avec une grande proximité aux modèles de Calvo et Wellicz (1979) et Rosen (1982). Nous avons développé cette similitude dans le chapitre V. Nous nous limitons donc à en redonner les grandes lignes. Si le processus de production est séquentiel, c'est à dire, si la tâche 1 représente la première étape de fabrication du bien et la tâche n son assemblage final, alors l'entreprise a intérêt à placer les salariés les plus talentueux en aval du processus de production, c'est à dire là où une erreur est la plus dommageable car elle détruit un bien dont la fabrication est presque achevée. Le raisonnement sous-jacent est proche de celui des modèles de hiérarchie car les individus talentueux doivent être placés là où l'erreur, l'opportunisme où la faible efficacité est le plus dommageable pour l'entreprise. Comme dans les modèles de hiérarchie, Kremer montre que les fonctions de production de type O'ring peuvent générer une asymétrie à droite de la distribution des salaires et de la distribution des

tailles d'entreprise. Il évoque aussi les phénomènes de spécialisation internationale sur des segments de production entre pays pauvres et pays riches.

Au total, l'effet des compétences sur l'organisation est contrasté. Une compétence plus élevée de la main d'œuvre peut favoriser à la fois des structures verticales et les structures horizontales. Dans une structure verticale, un encadrement plus performant doit conduire à une hiérarchie plus plate, tandis que dans une structure horizontale, une meilleure capacité d'apprentissage des ateliers permet de réduire les temps de coordination et d'échange d'information. Par ailleurs, si les aptitudes de la main d'œuvre dans différents domaines deviennent plus homogènes, ou si celle-ci est plus souvent formée dans des domaines variés, alors cela favorise une division du travail plus souple où plusieurs tâches peuvent être effectuées par un même individu ou bien où les travailleurs acceptent de migrer d'une tâche à une autre en fonction des besoins de l'entreprise. Enfin, lorsque le traitement de l'information ou la production suivent un processus séquentiel, alors il y a de fortes chances que les compétences de la main d'œuvre soient ordonnées le long de la séquence si elles sont hétérogènes. Mais la nature de l'ordre optimal est étroitement liée à la nature du problème à résoudre.

b) Le niveau général d'éducation[109]

Les modèles que nous venons de commenter soulignent l'influence de différentes mesures de la compétence sur les choix organisationnels de l'entreprise : compétences des responsables hiérarchiques ou du chef d'entreprise dans les modèles de hiérarchie, compétences de la main d'œuvre directe dans un contexte de

---

[109] Cette section s'appuie sur le document de travail réalisé avec Eve Caroli et Dominique Guellec (1997) et intitulée « Organizational Change and Human Capital Accumulation », CEPREMAP, N°9719.

décentralisation ou lorsque les interdépendances horizontales sont fortes, propension à l'erreur, variété des talents. Mais dans tous ces modèles, à l'exception du modèle de Carmichael et MacLeod (1993), la compétence est exogène, sa distribution dans l'économie est donnée.

En nous appuyant sur le modèle à main d'œuvre hétérogène qui a été présenté dans le chapitre V (section B.-2.) nous allons modéliser le fait que la distribution des compétences disponibles dans l'économie s'appuie sur un investissement dans le système scolaire réalisé par les individus. Dès lors, l'adoption croissante par les entreprises d'un modèle d'organisation décentralisé peut aussi s'expliquer par le mouvement d'expansion scolaire qui a caractérisé les économies développées depuis l'après-guerre.

Deux types de qualifications sont considérées dans notre modèle à main d'œuvre hétérogène : la main d'œuvre qualifiée et la main d'œuvre non qualifiée. Un individu naît non qualifié. Il peut devenir qualifié en consacrant du temps à assimiler une formation générale par l'intermédiaire du système éducatif. Il est qualifié dès lors qu'il a poursuivi jusqu'au bout et avec succès un cycle d'études primaires et un cycle d'études secondaires. La compétence d'un individu est formalisée au moyen de deux paramètres : un qui décrit sa productivité dans les tâches de conception (δ), génératrices de savoir technologique, l'autre qui décrit sa productivité dans les tâches d'exécution ou de production directe (γ). On suppose les compétences homogènes au sein des deux sous-groupes de travailleurs qualifiés et non-qualifiés. (δ^q,γ^q) représente la compétence des travailleurs qualifiés et (δ^u,γ^u), celle des travailleurs non qualifiés. On fait aussi l'hypothèse qu'un travailleur qualifié est plus productif qu'un travailleur non qualifiés dans les deux domaines de compétence envisagés.

Les tâches de conception et d'exécution sont, comme dans le modèle à main d'œuvre homogène, des tâches élémentaires, indispensables à la production d'un bien ou d'un service. L'entreprise peut concevoir les postes de travail de deux manières différentes. Elle peut spécialiser chaque travailleur dans une tâche (modèle centralisé ou C), ou bien elle peut réunir les deux tâches dans un même poste de travail (modèle décentralisé ou D).

Dans le chapitre V, nous avons montré qu'en fonction du salaire relatif des deux catégories de main d'œuvre, la firme choisissait soit d'être centralisée en spécialisant les qualifiés dans les activités de conception et les non qualifiés dans les activités d'exécution (C(u,q)), soit d'être décentralisée avec seulement une main d'œuvre qualifiée (D(q)), soit d'être décentralisée avec seulement une main d'œuvre non qualifiée (D(u)). Le graphique 5.2 montre comment les différentes formes organisationnelles sont choisies en fonction des valeurs du salaire relatif (w^q/w^u). Pour des valeurs faibles de w^q/w^u, toutes les entreprises choisissent D(q), pour des valeurs intermédiaires, c'est C(u,q) qui est choisi et D(u) pour des valeurs élevées. Pour deux valeurs de w^q/w^u, un régime mixte se met en place où les entreprises ne choisissent pas toutes la même organisation. La première occurrence d'un régime mixte se fait en transition entre D(q) et C(u,q) qu'il associe, lorsque le salaire relatif est égal à γ^q/γ^u. Ce régime est noté C(u,q)-D(q). Le second régime mixte associe C(u,q) et D(u) (régime noté D(u)-C(u,q)) et advient pour une valeur du salaire relatif (δ^q/δ^u) qui sépare le cas où les entreprises sont toutes centralisées (C(u,s)) du cas où elle choisissent toutes D(u).

(1) Distribution des compétences et changement organisationnel

Jusqu'à présent, nous avons examiné comment les entreprises réagissaient à un salaire relatif donné. A présent, nous allons analyser comment le salaire relatif

résulte de l'équilibre du marché du travail. Cet équilibre est décrit par les trois équations suivantes, où n représente la taille de la population active toute entière :

$$\begin{aligned} n_c^q + n_d^q &= n^q \\ n_c^u + n_d^u &= n^u \\ n^q + n^u &= n \end{aligned} \qquad [6.18]$$

Lorsque le modèle centralisé domine l'économie ($\gamma^q/\gamma^u < w^q/w^u < \delta^q/\delta^u$), le salaire relatif s'écrit :

$$\frac{w^q}{w^u} = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\frac{n}{n^q} - 1\right) \qquad [6.19]$$

Lorsque l'on combine [6.19] avec les valeurs de w^q/w^u données dans le graphique 5.2, on génère la séquence des choix organisationnels de l'entreprise en fonction des valeurs prises par n^q. Cette séquence est représentée dans le graphique 6.3.

[Insérer graphique 6.3]

Deux seuils n_1^q et n_2^q exprimés en nombre de travailleurs qualifiés correspondent à des situations de rupture d'un régime organisationnel à un autre. Il s'écrivent comme suit :

$$n_1^q = \frac{n}{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{\delta^q}{\delta^u}}$$
$$n_2^q = \frac{n}{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{\gamma^q}{\gamma^u}} \qquad [6.20]$$

Quand tous les travailleurs sont non qualifiés (n^q=0), seule la décentralisation est accessible aux entreprises. C'est donc le régime D(u) qui domine. A partir du moment où certains travailleurs se forment et deviennent qualifiés, certaines entreprises peuvent envisager une organisation centralisée avec stricte division du travail. On montre que tant que n^q est inférieur à un seuil n_1^q l'équilibre sur le marché du travail maintient le salaire à un niveau constant égal δ^q/δ^u. Dès lors, c'est un régime mixte D(u)-C(u,q) qui prévaut dans l'économie. La structure d'emploi agrégée est la suivante :

$$n_c^q = n^q$$
$$n_c^u = \frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{\delta^q}{\delta^u}n^q \qquad [6.21]$$
$$n_d^u = n - n^q\left(1+\frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{\delta^q}{\delta^u}\right)$$

Pour les valeurs de n^q considérées, les travailleurs qualifiés représentent la ressource rare de l'économie. Si toutes les entreprises décidaient d'utiliser cette ressource au sein d'organisations centralisées, alors le salaire versé aux qualifiés serait supérieur à la productivité qu'ils apportent dans les activités de conception. Inversement, une structure entièrement décentralisée de type D(u) n'est pas optimale car alors les travailleurs qualifiés n'ont pas d'emploi. Une structure mixte D(u)-D(s)

n'est pas plus envisageable car les firmes D(u) ne résisteraient pas à la concurrence des firmes D(s), plus productive grâce à la qualification de leur main d'œuvre. Le régime optimal est, pour toutes ces raisons D(u)-C(u,s). Au fur et à mesure que n^q augmente, de plus en plus de firmes passent de D(u) à C(u,s) car la main d'œuvre qualifiée devient abordable. C'est ce transfert progressif vers C(u,s) qui conduit à la fixité du salaire relatif tout au long du régime mixte. En effet, dans le modèle décentralisé, les productivités marginales des qualifiés et des non qualifiés sont constantes, mais dans le modèle décentralisé, les interdépendances verticales génèrent une complémentarité entre les deux types de main d'œuvre. Plus la main d'œuvre qualifiée représente une part importante de la main d'œuvre totale et plus son avantage relatif en terme de productivité marginale se réduit car les normes, procédures de travail et standards qu'elle met au point concerne une part décroissante de travailleurs directs. Dès lors, les effets multiplicateurs sur la productivité perdent en ampleur.

Au delà de n_1^q et jusqu'à n_2^q, la main d'œuvre qualifiée est en abondance suffisante pour que toutes les entreprises optent pour la centralisation. La structure d'emploi agrégée s'écrit alors tout simplement :

$$\begin{aligned} n_c^q &= n^q \\ n_c^u &= n - n^q \end{aligned} \qquad [6.22]$$

Dans ce régime organisationnel, le salaire relatif varie conformément à l'équation [6.19].

Lorsque le nombre de qualifiés dans l'économie dépasse n_2^q, un autre régime mixte s'impose, de type C(u,s)-D(s), où D(s) joue un rôle comparable à D(u) dans un contexte où la main d'œuvre qualifiée est devenue la main d'œuvre abondante.

L'équilibre du marché du travail maintient de nouveau le salaire relatif à un niveau constant, égal à γ^q/γ^u. La structure agrégée d'emploi s'écrit alors :

$$
\begin{aligned}
n_c^q &= \frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{\delta^q}{\delta^u}(n-n^q) \\
n_c^u &= n-n^q \qquad\qquad [6.23] \\
n_d^q &= n^q - \frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{\gamma^u}{\gamma^q}(n-n^q)
\end{aligned}
$$

Comme n^q continue de croître pour s'approcher de n, le secteur centralisé a un poids qui devient négligeable par rapport au secteur décentralisé. Finalement, lorsque tous les travailleurs sont qualifiés, le modèle D(s) devient l'unique possibilité d'organisation pour les entreprises.

Au total, lorsque l'offre de qualifiés augmente, l'économie suit la séquence suivante de changements organisationnels :

$$D(u) \Rightarrow D(u)\text{-}C(u,q) \Rightarrow C(u,q) \Rightarrow C(u,q)\text{-}D(q) \Rightarrow D(q)$$

Nous pensons que cette séquence schématise le mouvement à long terme de l'organisation du travail au sein des économies développées. Lorsque le niveau général d'éducation était très faible, les économies aujourd'hui industrialisées étaient composées de petites structures productives, liées aux activités agricoles ou à l'artisanat. Cela correspond à notre régime D(u). Au cours du XIXe siècle, l'élévation du niveau d'éducation favorise la mise en place d'une division verticale du travail qui donne donnent naissance à la manufacture moderne. Cette période est marquée par l'exode rurale, l'urbanisation et l'industrialisation de l'économie. Notre régime D(u)-C(u,q) rend compte de manière très stylisée de cette transition vers l'organisation scientifique du travail, promue par des ingénieurs comme Taylor ou

Fayol. Nous proposons donc pour cette période une hypothèse alternative à celle de Chandler (1990), qui insiste sur le rôle du chemin de fer, du développement des marchés financiers et de la mise en place de standards comptables. Néanmoins, lorsqu'il analyse le capitalisme britannique (partie III, pp. 291-294), Chandler insiste sur le faible investissement de ce pays dans les infrastructures éducatives comparé à l'effort réalisé par l'Allemagne ou les Etats-Unis. Il soutient que cela a contribué à ralentir le mouvement de centralisation dans l'organisation des entreprises britanniques[110]. Dans son analyse du capitalisme américain, c'est le mouvement de concentration et la rationalisation associée de la production et de la distribution qui a modelé des institutions éducatives en générant une demande importante pour une main d'œuvre formée ayant poursuivi des études supérieures.

Comme le développement économique et l'expansion scolaire se poursuivent, le modèle entièrement centralisé succède au régime mixte dans la première moitié du XXe siècle. Cette période correspond aux heures de gloire du régime «fordiste» (Boyer,1991, Boyer et Durand, 1998), caractérisé par une division du travail stricte entre activités de conception et d'exécution et par une forte spécialisation des tâches, menée à grande échelle. Dans notre modèle, cette étape correspond au régime C(u,q) où toutes les entreprises optent pour la centralisation. Finalement, les années 80 et 90 semblent marquées par une nouvelle étape de changement dans l'organisation du travail, où la décentralisation se développe, tout en concernant une main d'œuvre

---

[110] Chandler examine la mise en place de filières de formation d'ingénieurs (« engineering schools ») et d'écoles de commerce (« business schools »). Sa définition de la qualification est donc plus restrictive que la notre car limitée à l'enseignement supérieur. Néanmoins, la réalisation d'un cycle d'études primaires et d'un cycle d'études secondaires est une condition préalable à l'acquisition d'une formation supérieure spécialisée. Dans la main d'œuvre de conception, il y a une division du travail implicite, que nous n'avons pas formalisé, entre les responsables hiérarchiques à proprement parler qui ont un niveau d'éducation supérieur et leurs subordonnés qui sont « qualifiés » au sens de notre définition.

plutôt plus qualifiée. Cette situation correspondrait, dans notre modèle, au régime C(u,q)-D(q).

Bien sûr, cette description à long terme des changements organisationnels ayant caractérisé les économies capitalistes est très stylisée. Une amélioration possible est de parvenir à distinguer plus finement, dans notre formalisation, les différences entre une organisation de type D(u) et une organisation de type D(q). Pour l'instant, ces deux organisations ne diffèrent que par la qualification de la main d'œuvre. D'un point de vue organisationnel, les travailleurs sont parfaitement autonomes, au point que l'on ne peut pas parler véritablement d'un collectif de travailleur. Une entreprise rassemblant n individus est strictement identique à n entreprises individuelles. Cette représentation n'est pas forcément problématique pour D(u)[111], mais elle l'est pour D(q).

Avoir une main d'œuvre homogène et qualifiée facilite les échanges de savoir, la communication et l'insertion dans des réseaux. En effet, l'éducation des travailleurs renforce la capacité à formaliser et codifier le savoir, deux conditions nécessaires à une communication efficace. Les travailleurs qualifiés ne sont pas seulement plus efficaces dans les activités de conception, ils sont aussi plus capables de bénéficier du savoir des autres travailleurs au travers de la communication. En ce sens, la qualification est certainement un moyen beaucoup plus puissant que l'informatique pour réduire les coûts de communication. L'autonomie peut alors très bien s'accompagner d'une interdépendance dont l'origine se trouve dans les échanges horizontaux d'information. Ces liens horizontaux dessinent les contours

---

[111] Bien que, si l'on souhaite gagner en réalisme, le système de «compagnonnage» propre à l'entreprise artisanale s'appuie sur des échanges de savoirs entre le maître et l'apprenti et sur une forme de subordination qui ne correspond pas à l'autonomie parfaite que nous formalisons.

d'un collectif de travailleurs dont l'organisation est très différente de celle du modèle C(u,q). Une théorie plus générale des nouvelles formes d'organisation devrait tenir compte des différents traits que nous avons recensé dans le tableau II.4 de la conclusion intermédiaire. L'autonomie et la communication dans des structures d'information horizontales sont deux des ingrédients que nous avons recensés.

Enfin, notre modèle prédit qu'à la séquence de régimes organisationnels correspond un profil de salaires relatifs spécifique (graphique 6.4). Le différentiel de salaires entre qualifiés et non qualifiés est élevé dans régime D(u)-C(u,q), mais il est constant. Dans le régime totalement centralisé C(u,q), le salaire relatif des qualifiés décroît avec la croissance de leur part dans la population active. Le régime centralisé correspond donc à une étape de réduction des inégalités de salaire. Ce mouvement ne se poursuit pas dans le régime C(u,q)-D(q). Par conséquent l'éventail des salaires se stabilise et les inégalités cessent de décroître. Le passage au régime C(u,q)-D(q), où le modèle décentralisé à main d'œuvre qualifiée occupe une part croissante du tissu productif est donc associé à un arrêt dans la réduction des inégalités de salaire.

[Insérer graphique 6.4]

Ce résultat recoupe un ensemble de faits empiriques observés dans les pays industrialisés au cours des années 1970. Entre 1970 et 1980, le différentiel de salaires entre les études supérieures et les études secondaires[112] a décru au Canada, en Suède, au Japon et en France, mais aussi aux Etats-Unis et au Royaume-Uni (Machin, 1996). Ces baisses oscillent entre 5 et 15% selon les pays et elles s'arrêtent en 1980.

---

[112] Cette distinction ne recoupe pas notre distinction entre qualifiés et non qualifiés qui oppose les détenteur du diplôme sanctionnant la fin des études secondaires à ceux qui n'ont pas obtenu ce diplôme. On suppose donc implicitement que l'évolution observée en comparant niveaux d'étude secondaires et supérieures vaut aussi pour des niveaux d'éducation inférieurs.

Entre 1980 et le début des années 1990, les écarts de salaire par niveau d'éducation sont restés à peu près constants au Canada, au, Japon et en France. Ils ont augmenté légèrement en Suède et fortement aux Etats-Unis et au Royaume-Uni à partir des années 80.

Notre modèle n'explique pas cette tendance à la hausse des inégalités de salaire. Mais cette tendance ne concerne qu'une partie des pays industrialisés alors que l'arrêt du resserrement de l'éventail des salaires concerne la plupart d'entre eux. Il est courant de dire que la tendance observée dans les pays anglo-saxons ne se retrouve pas en Europe continentale du fait d'une rigidité plus grande du marché du travail. Inversement, on pourrait tout aussi interpréter la tendance anglo-saxonne comme un surajustement à la baisse des salaires dans un contexte de perte de pouvoir importante des salariés, via un bras de fer entre l'Etat et les syndicats au Royaume-Uni, via la désyndicalisation et les changements dans le tissu productif aux Etats-Unis. Dans le chapitre VII, nous reviendrons sur deux autres prédictions de notre modèle, concernant l'évolution de productivité d'une part et l'évolution de la structure des qualifications interne aux entreprises d'autre part.

(2) Accumulation des compétences et changement organisationnel

Jusqu'à présent, nous avons considéré une augmentation exogène du nombre de qualifiés n^q. Nous allons maintenant envisager que les individus choisissent d'investir ou non dans l'éducation en comparant le coût de cet investissement au gain qu'ils en retirent en terme de salaires relatifs.

Nous supposons que l'utilité d'un travailleur dépend à la fois de son salaire courant, reçu à la fin de la période t et de l'effort d'éducation consenti au début de la période t. Les individus ne vivent qu'une période et décident ou non de se former

avant de rentrer sur le marché du travail. L'utilité de l'individu i (U_t^i) croît avec son salaire et décroît avec son effort d'éducation (e_t^i) :

$$U_t^i = F(w_t^i, e_t^i),\ i = u, q,\ \text{avec}\ \frac{\partial F}{\partial w_t^i} > 0, \frac{\partial F}{\partial e_t^i} < 0 \qquad [6.24]$$

Nous spécifions plus avant la fonction F pour les qualifiés et les non qualifiés de la manière suivante :

$$U_t^q = \frac{w_t^q}{1 + e_t^q},\ U_t^u = w_t^u \qquad [6.25]$$

Les travailleurs investissent dans l'éducation tant que :

$$U_t^q \geq U_t^u \qquad [6.26]$$

Ainsi, l'équilibre dynamique du modèle est donné par[113] :

$$\frac{w^q}{w^u} = 1 + e^q \qquad [6.27]$$

Les caractéristiques précises de cet équilibre dépend de la forme de e^q. Nous supposons que le coût d'éducation d'un élève s'accroît avec le nombre de travailleurs

---

[113] Cet équilibre dynamique peut être interprété comme le point fixe d'un modèle à générations imbriquées dans lequel les travailleurs décident d'investir ou non dans l'éducation avant leur entrée sur le marché du travail. Ceux qui choisissent de rester non qualifiés gagnent w^u pendant leur vie active de durée p. Ceux qui deviennent qualifiés doivent passer p_q années à l'école (p_q est fixe), puis ils gagnent w_q pendant (p-p_q) années. Un modèle de ce type se caractérise par une dynamique transitoire complexe, mais son équilibre de long terme est donné par [6.27], où e^q s'interprète comme la fraction d'une vie active qui doit être consacrée à l'éducation pour acquérir une qualification.

qualifiés dans la population active. La raison principale est que la distribution gaussienne des aptitudes rend le coût marginal d'éducation croissant.

En effet, la population des candidats à la formation regroupe des aptitudes hétérogènes car le capital humain est en partie hérité. Les études microéconomiques montrent que l'origine sociale, et en particulier le niveau d'éducation des parents, influence fortement les performances scolaires (Coleman et alii, 1966, Card et Krueger, 1992, Benabou, 1996). L'hétérogénéité apparaît clairement dans les tests menés sur des échantillon d'une classe d'âge dans différents pays. Ainsi Bishop (1993) cite des chiffres concernant la dispersion de la performance dans différentes activités scolaires sur un échantillon d'écolier âgés de 13 ans en 1991. Il observe que le coefficient de variation caractérisant la distribution des performances prend ses valeurs dans un intervalle allant de 13% pour la lecture à 32% pour les mathématiques en France, ces chiffres s'élevant à 16% et 38% pour les Etats-Unis.

Cette distribution du capital humain initial fait que le coût de formation d'un élève varie dans la population des élèves en âge de se former. Lorsque la proportion des travailleurs qualifiés croît dans la population active, le coût marginal d'éducation s'élève car le système éducatif doit intégrer des enfants ayant un niveau initial de capital humain de plus en plus faible. En France par exemple, 64% d'une classe d'âge a passé avec succès l'épreuve du baccalauréat en 1995-1996, contre 33% seulement en 1980-1991. Pendant ce temps là, le coût moyen d'un lycéen exprimé en Francs 1995 est passé de 31 400 F en 1980 à 42 900 F[114] en 1995 (DEP, 1996, 1997). Cette hypothèse s'écrit :

---

[114] Il faudrait analyser plus précisément les composantes de ce coût moyen. L'indexation du salaire des enseignants sur la productivité doit jouer un rôle dans l'évolution enregistrée. Mais elle peut aussi en partie s'expliquer par une augmentation du nombre d'enseignants ou d'heures enseignées par élève.

$$e^q = g(n^q), \ \frac{\partial g}{\partial n^q} > 0 \qquad [6.28]$$

Dans ce modèle très simple, l'équilibre dynamique est unique. L'économie converge vers le régime D(u)-C(u,q), C(u,q) ou C(u,q)-D(s) selon le niveau de la courbe de coût. Le graphique 6.5 rend compte de l'équilibre organisationnel dans ces trois cas.

[Insérer graphique 6.5]

Pour un coût d'éducation très élevé (e_1^q), la valeur d'équilibre de n^q est très faible et l'économie stagne dans le régime D(u)-C(u,q) où certaines firmes sont décentralisées avec des travailleurs non qualifiés seulement, tandis que d'autres sont centralisées. Pour des valeurs plus faibles de ce coût, la valeur de long terme de n_q est plus élevée et l'équilibre dynamique correspond à la phase « fordiste » de régime centralisé C(u,q) (e_2^q) ou encore à un régime mixte C(u,q)-D(q) (e_3^q).

Au total, le modèle prédit que dans les pays développés, plus le système éducatif est efficace (plus faible est son coût) plus le modèle décentralisé à base de travailleurs qualifiés D(q) occupe une place importante dans l'économie. Par ailleurs, l'écart de salaire entre qualifiés et non-qualifiés caractérisant le régime C(u,q)-D(q) est moins important que l'écart (décroissant) qui caractérise le régime C(u,q). Les différences de dispersion des salaires entre économies pourraient donc en partie s'expliquer par des écarts dans l'efficacité du système scolaire privilégiant des équilibres organisationnels distincts.

4. La taille de la firme

La taille de la firme joue en rôle ambigu en matière d'organisation. Tantôt elle apparaît comme un déterminant direct de certaines pratiques et dispositifs managériaux, tantôt elle est considérée comme une dimension de l'organisation et elle est expliquée par des facteurs internes ou externes. La deuxième approche de la taille est la plus fréquente. Comme nous l'avons déjà souligné, la question des rendements d'échelle et de la taille optimale de la firme est au cœur des modèles construits dans les années 60, 70 et au début des années 80. Cette question est revisitée par les modèles plus récents de théorie du traitement de l'information. Mais approches de la taille comme déterminant de l'organisation et représentation endogène de la taille ne s'opposent pas forcément. A court terme, la taille peut être considérée comme fixe et expliquant certains aspects de l'organisation comme l'étendue du contrôle ou les règles de décision, tandis qu'à long terme, elle est elle-même considérée comme une dimension de l'organisation influencée par d'autres variables comme l'incertitude, la complexité ou la technologie.

a) La taille comme déterminant de l'organisation

La taille apparaît comme un déterminant de l'organisation chez Crémer (1993), Sah et Stiglitz (1988) et Keren et Levhari (1983, 1989). Un des enrichissements que Crémer (1993) apporte à son modèle de base est de considérer une équipe composée de n membres. Dans ce cas, il montre que la taille de l'équipe, n intervient dans la condition d'arbitrage entre structure d'information différenciée et indifférenciée. Plus la taille de l'équipe est importante et plus cela favorise une structure d'information différenciée. Ce résultat vient de ce qu'une taille plus grande réduit l'incertitude agrégée puisque chaque individu peut prévoir l'action moyenne des autres avec une erreur standard plus faible. Dès lors, le coût d'une coordination moins poussée due à la diversification des sources d'information devient négligeable. Mais Crémer

reconnaît que ce résultat est contre-intuitif et il met en cause la nature inadaptée de la fonction de gain utilisée pour décrire l'interaction entre membres de l'équipe.

De fait, on pourrait tout à fait considérer qu'au contraire, une entreprise de plus grande taille doit faire face à une complexité et à une incertitude inter temporelle accrues. Sa diversité interne est plus importante et il est difficile à un seul individu de la maîtriser toute entière. Les sources possibles de choc sont aussi démultipliées. Si tel est le cas, les résultats concernant l'impact des différentes formes d'incertitude sur l'organisation pourraient aussi valoir pour la taille. Une autre manière de voir les choses est de considérer que les problème liés à l'incertitude sont plus aigus lorsque l'entreprise est de taille plus grande.

Sah et Stiglitz (1988) analysent l'influence de la taille du comité sur la règle de décision adoptée. Pour un niveau de consensus k donné, un projet a une plus grande probabilité d'être accepté par un comité de taille supérieure. Mais on montre qu'un comité plus grand a un niveau de consensus optimal k* plus élevé. Cela vient de la propriété précédente. La croissance de la taille du comité rend la sélection plus laxiste et une augmentation du nombre de voix nécessaire à l'adoption d'un projet permet de rétablir la situation antérieure. La croissance du niveau de consensus est cependant moins forte que celle de la taille du comité. Enfin, si les erreurs de type I et II ont la même fréquence, alors la règle de décision optimale se rapproche d'un vote à l'unanimité lorsque la taille du comité augmente.

Keren et Levhari (1983, 1989) mesurent la taille de l'entreprise au nombre de travailleurs directs qu'elle emploie q_0. Dans leur modèle de 1983, l'étendue du contrôle optimale d'un niveau hiérarchique h (s_h^*) décroît avec le nombre de travailleurs directs. Les auteurs ne sont pas satisfaits par ce résultat, qu'ils considèrent comme non conforme à l'observation, puisque l'étendue du contrôle aux

niveaux élevés de la hiérarchie tend plutôt à croître avec la taille de l'entreprise selon un certain nombre d'études empiriques.

Dans leur article de 1989, ils ajoutent à leur modèle la délégation d'autorité puisque les membres de la hiérarchie peuvent simplifier l'information au moyen d'un codage (a_h). Sous certaines conditions sur les paramètres, l'augmentation de q_0 réduit l'étendue du contrôle optimale à chaque niveau hiérarchique, mais elle augmente la délégation d'autorité puisque les responsables hiérarchiques sont incités à utiliser un code qui agrège encore plus fortement l'information. Ce résultat n'est toujours pas satisfaisant : une entreprise de plus grande taille devrait avoir une étendue du contrôle plus élevée à chaque niveau hiérarchique, et l'état major de la firme devrait recevoir l'information dans un format plus riche, ce qui implique que la délégation d'autorité devrait être moindre. Ici, c'est le passage de la firme uniforme à la firme multidivisionnelle qui est la référence : l'état major de la première n'a qu'une information sur le profit agrégé alors que celui de la seconde a une information sur les performances des différentes divisions de la firme. Pour obtenir le résultat souhaité, les auteurs doivent introduire une hypothèse supplémentaire selon la quelle, la qualité des décisions se détériore lorsque l'on s'éloigne du sommet de la hiérarchie. Ils l'interprètent en terme d'opportunisme.

Nous allons voir à présent que les résultats concernant les rendements d'échelle et la taille optimale de la firme apparaissent plus robustes que les résultats précédents et génèrent un relatif consensus parmi les économistes concernés par la question.

b) Taille optimale de l'entreprise et rendements d'échelle[115]

La question de la taille optimale de la firme rejoint celle du dilemme entre marché et organisation. Nous allons tout d'abord considérer comment la question des rendements d'échelle est abordée par les théories de la hiérarchie. Puis nous discuterons des autres théories : théories qui traitent l'organisation comme un facteur de production et théories du traitement de l'information. Dans cette discussion, nous laissons de côté les économies d'échelle associées à la dimension purement technologique du processus de production pour nous intéresser uniquement à la dimension humaine et organisationnelle. Le tableau 6.4 résume le point de vue des différents modèles qui posent la question de la taille optimale.

[Insérer tableau 6.4]

Dans les théories de la hiérarchie, le débat oppose ceux qui soutiennent que les rendements sont constants (Beckmann, 1960, 1977 ; Rosen, 1982, Keren et Levhari, 1983) et ceux qui soutiennent qu'ils sont décroissants (Williamson,1967 ; Calvo et Wellicz, 1978, 1979). Dans le premier cas, la taille optimale des entreprises est indéterminée, alors que dans le second, on peut la définir précisément. Dans ces modèles, la taille est soit mesurée par la hauteur de la hiérarchie H, soit par le nombre de travailleurs directs q_0. Notons que les modèles qui obtiennent des rendements d'échelle décroissants font, pour la plupart, une hypothèse d'opportunisme des individus.

---

[115] Cette discussion s'appuie sur le survey réalisé avec Dominique Guellec et auquel nous avons déjà fait référence dans le Chapitre II : « Les théories coopératives de la firme », 1996, Document de travail de la Direction des Etudes et Synthèses Economiques de l'INSEE, N°G9607.

Beckmann (1960) explore l'arithmétique de la hiérarchie en posant pour seules hypothèses que l'étendue du contrôle ($s_h=q_{h-1}/q_h$) admet une borne inférieure supérieure à 1, notée s, que le salaire relatif de deux niveaux hiérarchiques (w_h/w_{h-1}) admet une borne supérieure notée b et que s est plus grand b. Ces trois hypothèses s'appuient sur l'observation et à travers elles, Beckmann va analyser comment le coût administratif par travailleur augmente lorsqu'un niveau hiérarchique est ajouté à l'organisation. Il trouve que ce coût ne croît pas indéfiniment avec la hauteur de la hiérarchie. Il est constant si b / s est presque constant. Une autre manière d'interpréter ce résultat est de dire que les rendements ne peuvent pas être décroissants si l'étendue du contrôle reste constante lorsque la hauteur de la hiérarchie augmente. Beckmann soutient l'hypothèse de constance de l'étendue du contrôle car il pense qu'il y a des rendements d'échelle dans la division du travail administratif. Dès lors, la proposition de Parkinson selon laquelle les temps de coordination augmentent plus que proportionnellement est erronée.

Dans son modèle de 1977, Beckmann développe à nouveau la thèse de la constance des rendements d'échelle, mais cette fois, c'est le marché du travail des cadres d'état major qui pousse à la constance des rendements d'échelle. Rosen (1982) utilise la fonction de production proposée par Beckmann (1977). La technologie de supervision et d'encadrement qu'elle formalise se caractérise par des rendements constants qui sont le produit de rendements croissants liés à la nature indivisible du service d'encadrement fourni par les responsables hiérarchiques et de rendements décroissants qui prennent leur source dans le temps limité de supervision qu'ils peuvent accorder à leurs subordonnés. Chez Rosen, les managers apportent une contribution positive à l'organisation en mobilisant les ressources de manière à les rendre plus productives. Il montre que l'étendue du contrôle croit avec la compétence des managers ainsi que la taille de la firme mesurée par l'output ou par

la main d'œuvre directe. Enfin, on a vu que Keren et Levhari (1989) ne parviennent pas à montrer, dans leur cadre d'hypothèses, la décroissance de l'étendue du contrôle lorsque la main d'œuvre directe devient plus nombreuse. Pour obtenir ce résultat, il faut faire l'hypothèse d'une perte d'efficacité liée à l'opportunisme des travailleurs, qui vient s'ajouter au délai de traitement de l'information et à l'imprécision due à la simplification des informations grâce à l'opération de codage.

Cette hypothèse est celle choisie par Williamson (1967). Il oppose la diminution de l'incitation dans les grandes structures où les individus sont éloignés de la sanction du marché au risque de non tenue (*ex post*) des engagements dans ce dernier cadre. Ce sont donc les problèmes d'incitation qui sont ici déterminants, les problèmes d'information ne jouant pas directement. Ainsi, Williamson (1967) montre l'existence de déséconomies d'échelle dans les hiérarchies dues à une moindre efficacité des managers des niveaux intermédiaires qui sont ici peu sensibles aux signaux du marché (coût de la bureaucratie). La « perte de contrôle » qui en découle est mesurée par le fait que seulement une fraction (a) du travail d'un subordonné contribue aux objectifs de son supérieur hiérarchique. Calvo et Wellicz (1978, 1979) confirment ce résultat de Williamson en demeurant dans le même cadre d'hypothèses et en montrant comment (a) résulte des imperfections de l'activité de supervision.

Une autre ligne de travaux, à la suite de Penrose (1959), s'est intéressée aux coûts d'ajustement liés à la croissance de la taille de l'entreprise, et non à la taille elle-même. Les modèles qui privilégient une représentation de l'organisation comme un facteur de production ou un capital accumulé sont à même de rendre compte de ces coûts d'ajustement. Un agrandissement de la firme exige l'embauche de nouveaux managers, qui doivent se former (Otani, 1994). Ils ont donc une efficacité initiale plus faible. Cela nécessite aussi l'embauche de nouveaux salariés dont on ne connaîtra les capacités réelles qu'après une période d'essai assortie de tests

d'aptitude (Prescott et Vissher, 1980). L'agrandissement peut aussi nécessiter des adaptations de l'organisation (passage de la firme unitaire à la firme multidivisionnelle) qui réduisent temporairement l'efficacité globale. Mais dans le moyen terme ces coûts disparaissent : on ne peut donc *a priori* rien inférer de ces résultats quant à la taille optimale de l'entreprise.

Nous allons enfin aborder la question de la taille optimale de la firme sous l'angle des économies ou déséconomies d'échelle dans le traitement et la circulation de l'information afin d'affiner les résultat obtenus par Beckmann (1960), Rosen (1982) et Keren et Levhari (1989). Les théories récentes de la croissance (Amable et Guellec 1992) voient dans le caractère de bien public de la connaissance une source essentielle de rendements d'échelle statiques et dynamiques, qui permettent une croissance macroéconomique auto-entretenue. Ces théories prennent en compte seulement les bénéfices issus de la communication et non les coûts qu'elle occasionne. A l'opposé, les théories du traitement de l'information prennent explicitement en compte ces coûts. De plus l'information à laquelle il est fait référence dans ces deux domaines n'est pas la même. La croissance endogène repose sur des connaissances technologiques, donc utilisables par tout agent sans coût supplémentaire et accumulables dans le temps (réutilisables sans coût pour produire de nouvelles connaissances). La plupart des modèles d'organisation font référence au fonctionnement courant de la firme, qui est amenée à traiter de l'information très spécifique, de pertinence localisée, donc peu ou pas réutilisable (par exemple : le niveau de la demande pour un bien précis à un instant donné). La question de la taille optimale peut dès lors être décomposée en deux questions plus précises : dans quelle mesure l'information produite dans la firme a-t-elle un caractère de bien public local ? Les coûts de coordination croissent-ils inévitablement avec la taille de l'entreprise ?

L'information produite par la firme peut avoir un caractère de bien public local, interne à l'organisation (c'est-à-dire bénéficiant sans coût supplémentaire à tous les individus qui en sont membres). Ainsi le niveau de la demande sur un marché constitue une information dont le coût d'obtention, de calcul, est *a priori* indépendant de la taille de l'entreprise qui l'effectue. Une firme qui absorbe son concurrent pourra ne conserver qu'un seul service dédié à cette tâche, évitant ainsi la duplication. De même une décision, par exemple le choix d'un projet d'investissement, est pour partie un bien public, dont la qualité affecte la performance de tous les agents qui auront à la mettre en œuvre, indépendamment de son coût et de leur nombre. Dans ces exemples, le coût de production de l'information est un coût fixe, et les rendements d'échelle sont en conséquence croissants.

Une seconde source d'économies d'échelle réside dans les gains issus de la coordination des activités : allouer des ressources parmi un nombre plus grand d'unités ne peut qu'améliorer l'allocation, en augmentant la marge de manœuvre du décideur. En effet, supposons que deux ensembles d'unités fusionnent. Alors toute allocation atteignable sur chacun d'entre eux séparément le sera encore sur le groupe fusionné : il ne peut donc y avoir dégradation, et de nouvelles allocations sont maintenant atteignables parmi lesquelles certaines peuvent se révéler plus désirables que la seule juxtaposition des allocations initiales. Cette marge de manœuvre constitue un bien public local. Enfin, une organisation plus grande, pour un domaine d'activité fixé, permet une spécialisation plus étroite de ses membres, dont on peut supposer qu'elle est facteur de productivité par l'apprentissage. La division du travail agit comme un bien public, et avec les gains issus de la coordination elle justifie que l'accroissement de la taille de l'entreprise entraînera une augmentation de son efficacité.

Malgré cela les modèles de traitement de l'information concluent la plupart à des rendements d'échelle décroissants. En fait le problème est double. D'une part l'information peut ne pas être un bien totalement public, et d'autre part son coût de production peut croître plus vite que les gains d'efficience qu'elle permet. Il s'ensuit de moindres performances, qui peuvent prendre plusieurs formes : augmentation du délai de traitement, augmentation des ressources nécessaires à la coordination, dégradation de la qualité de l'information. Par exemple, dans le modèle de Radner et Van Zandt (1992), lorsque le nombre de données nécessaires à la prise d'une décision s'accroît, une augmentation du nombre des individus (processeurs) de quelque ampleur qu'elle soit ne peut empêcher un allongement du délai. Et cela alors même qu'une non-convexité est introduite dans le processus de communication. Malgré cette source élémentaire de croissance des rendements d'échelle, ceux-ci s'avèrent fortement décroissants au niveau de l'entreprise.

La conclusion de ce modèle est que le nombre de processeurs (et le nombre des liens entre eux) doit croître aussi vite que celui des informations à traiter, et cela n'empêchera pas une dégradation du délai (ou de la qualité) du traitement. Considérons l'exemple suivant : soient deux firmes identiques, organisées hiérarchiquement, pouvant traiter simultanément chacune deux informations en parallèle. Chacune comprend trois unités et deux niveaux hiérarchiques. Les deux firmes fusionnent. La firme nouvelle issue de la fusion aura une capacité de traitement double, soit quatre informations. Elle peut décider de conserver une architecture du même type que ses deux « mères » : elle va alors devoir se doter d'un processeur supplémentaire qui va coiffer celles-ci, correspondant à un niveau hiérarchique en plus. Dans ce cas, la fusion aboutit à alourdir la structure hiérarchique, source de coûts directs (il faut rémunérer le nouveau manager) et

indirects (perte d'information et augmentation des délais). Cet argument est à la base des modèles montrant la décroissance des rendements d'échelle.

Une seconde possibilité s'offre cependant à la firme fusionnée (sans parler de tous les cas intermédiaires dont l'examen n'amènerait rien ici) : élargir l'étendue du contrôle du manager de plus haut niveau, de telle façon qu'il contrôle directement les quatre unités opérationnelles. Ainsi, après la fusion, la hauteur de la hiérarchie n'est pas accrue, et le nombre d'administrateurs relativement à celui des unités opérationnelles a décru. Il y aura dans ce cas des rendements d'échelle croissants.

On observe dans la plupart des opérations de fusion un mélange des deux options : certains services sont fusionnés à taille constante (avec donc des licenciements), tandis que des échelons administratifs supplémentaires sont créés. Ceci correspond au caractère plus ou moins «public » des différentes activités de management. D'un côté, certaines activités sont plus publiques (par exemple les études de marché si les entreprises fusionnées se concurrençaient sur les mêmes marchés) et alors la fusion permet de supprimer des duplications. D'un autre côté le fonctionnement quotidien d'une firme requiert une multitude d'opérations d'analyse et de contrôle pour des services précis, dont le résultat n'est pas transposable, utilisable dans d'autres services, et qui ne peuvent donc être supprimées sous peine de réduire l'efficience de ces services. De plus, compte tenu de la rationalité limitée des managers (qui limite le nombre de subordonnés directs qu'ils peuvent piloter efficacement) l'accroissement de la taille de l'entreprise impliquera pour ces tâches au résultat purement local une augmentation de la hauteur de la hiérarchie sous peine de réduire la coordination. En ce sens la rationalité limitée est la source de rendements décroissants dans le traitement collectif de l'information, imposant à la firme de choisir entre une perte de qualité de ses décisions et une augmentation de ses coûts de communication.

Cette dichotomie apparaît dans deux exemples présentés par Radner et Van Zandt (1992). Le problème auquel est confrontée l'entreprise est de prévoir la demande globale en sommant des demandes locales. La question est de déterminer le délai et la précision du calcul selon le nombre de sources (locales) mobilisées. Deux cas sont envisagés. Dans le premier, les demandes locales sont indépendantes les une des autres. Il y a alors une grande perte de précision dans le fait de ne traiter qu'une partie d'entre elles, puisque celles qui sont traitées n'apportent aucune information sur celles qui ne le sont pas. Inversement, si les demandes locales sont fortement corrélées, l'analyse d'une partie seulement d'entre elles permet d'inférer avec une bonne précision la demande globale : il n'est pas nécessaire de les traiter toutes, et la firme dont la taille augmente (et donc le nombre des sources locales d'information) pourra consacrer une part moindre de ses ressources au traitement sans perte sensible de précision. L'information commune contenue dans chaque source locale agit ici comme un bien public.

On a jusqu'à présent raisonné dans le cadre d'un système de coordination vertical. Dans une architecture horizontale, l'accroissement du nombre des unités interdépendantes va entraîner un accroissement plus que proportionnel (exponentiel) du nombre des liens entre celles-ci. Le maintien du niveau de cohésion initial exigera donc l'allocation d'une fraction accrue des ressources à la communication, source (en laissant de côté les problèmes de bien public) d'une diminution de la productivité globale. Ainsi les déséconomies d'échelle sont plus fortes dans une architecture décentralisée, ce qui correspond bien à l'intuition selon laquelle un groupe de petite taille a besoin de moins de structures et de règles explicites qu'un groupe de grande taille. Ceci recoupe le résultat de notre modèle avec main d'œuvre homogène selon lequel les entreprises de grande taille sont plutôt centralisées tandis que celles de petite taille sont plutôt décentralisées.

La question de la taille optimale de la firme se résout finalement par une comparaison du coût marginal de l'accroissement de la taille et de son rendement marginal. Le caractère plus ou moins public de l'information traitée et produite aura un effet déterminant sur la taille optimale de la firme. Les coûts et bénéfices diffèreront selon la «direction» que prend la croissance de l'entreprise, c'est-à-dire selon le panier d'activités dont elle se dote. Le coût de l'expansion pour une firme qui étend son activité dans des secteurs qu'elle connaît sera moindre. Il y a non seulement des économies (ou déséconomies) d'échelle, mais aussi d'envergure dans la coordination. Et surtout cela traduit le caractère pour partie irrécouvrable des investissements en connaissance, comme par exemple un code de communication interne à la firme (Arrow 1974).

B. Deux explorations empiriques sur données individuelles concernant l'industrie française

1. Comment évaluer empiriquement les facteurs qui agissent sur le changement organisationnel ?

Le tableau 6.5 synthétise l'ensemble des effets recensés dans la section A. Sur l'évolution sur les 20 dernières années où le tissu économique a connu les métamorphoses que nous avons décrites dans le chapitre I, que peut-on dire, d'un point de vue général, sur l'évolution des grandes catégories de facteurs du changement organisationnel recensés dans la théorie ?

[Insérer tableau 6.5]

Comme l'a montré Chandler (1990) pour les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l'Allemagne et Kogut (1998) pour la France, le capitalisme au XXe siècle a été marqué par la création d'entreprises «géantes». Celles-ci ont bien souvent été crées

dans le dernier tiers du XIXe siècle et ont connu une croissance forte, les conduisant d'une forme unitaire à une forme multidivisionelle à l'aube de la seconde guerre mondiale. Ce mouvement s'est poursuivi pendant les années 60 et 70 au travers d'une diversification par croissance externe plus forte dans les pays anglo-saxons qu'en Europe continentale. Comme nous l'avons vu, c'est pendant cette période que la théorie des organisations se penche sur les problèmes de saturation du sommet hiérarchique et de taille optimale de la firme. Les préoccupations des théories de la hiérarchie, que nous avons examinées dans le chapitre IV, reflètent ces problèmes. A l'aube des années 80, une partie des entreprises fut donc confrontée aux problèmes de coordination et de gestion de la complexité associée à une taille élevée. Ces entreprises « géantes » représentent d'ailleurs l'archétype de l'entreprise « fordiste ». La taille atteinte suite à des investissements dans des activités n'appartenant pas au « cœur de métier » de l'entreprise est un premier candidat pour expliquer les changements organisationnels.

Les économies occidentales ne bénéficient plus du progrès technique « gratuit » ou « exogène » qu'a représenté la phase de rattrapage d'après guerre. Elles ont aujourd'hui atteint la frontière de leur ensemble de production et doivent la faire reculer pour croître. Le progrès technique est devenu «endogène » et dépend des innovations générées par les agents économiques, et au premier chef depuis la fin de la guerre froide, par les entreprises (Guellec, 1999). Par ailleurs, avec la déréglementation financière et la globalisation des marchés. Les entreprises ont été prises en étau entre une concurrence accrue sur les marchés qui leur a fait perdre le contrôle des prix tout en subissant la pression d'une contrainte financière mondiale par le taux d'intérêt, dont les règles du jeu sont désormais fixées par les grands investisseurs institutionnels en large partie anglo-saxons (Aglietta, 1998). Ces transformations du capitalisme, où les mécanismes de marché ont retrouvé une place

centrale, ont généré un contexte d'incertitude accrue, second candidat pour expliquer les changements organisationnels.

La réponse des entreprises, tant du côté du marché des biens que de celui des marchés financiers entretient à son tour une incertitude qui a pris naissance dans la sphère macro-économique. Du côté du marché des biens, elles cherchent à rendre leurs produits plus attractifs en les renouvelant de manière plus rapide ou en leur ajoutant des caractéristiques pour les différencier : options ajoutées à la commande, services vendus en complément, engagements sur la qualité et sur les délais. Du côté des marchés financiers, elles tentent d'accroître leur rentabilité financière au travers de restructurations de toutes sortes, sacrifiant parfois le long terme à des exigences de court terme. Pour les entreprises adoptant ces stratégies, ainsi que pour leur concurrentes, l'incertitude inter temporelle sur les prix a augmenté. L'incertitude inter temporelle sur les coûts ainsi que la complexité a pu, de son côté être renforcée, et ceci d'autant plus que les nouvelles stratégies s'appuyaient sur des technologies innovantes, non encore parfaitement maîtrisées.

De nombreux observateurs soulignent aussi une volatilité plus grande de la demande, stimulée par les stratégies d'innovation, de différenciation et de renouvellement des produits et par le comportement d'expérimentation des consommateurs. Enfin, certains économistes considèrent que le rendement des investissements a désormais une dispersion plus forte. La concurrence aurait de plus en plus tendance à fonctionner comme un «star system » (Rosen, 1981), où il ne suffit pas d'être performant ou doué, mais où il faut être le meilleur pour remporter la mise (« winner takes all »). Un écart de performance peut-être infime entre deux concurrents peut générer un écart de gains très important. C'est en partie ce que Athey et Schmutzler (1994) décrivent comme une instabilité plus forte : le rendement associé à un ajustement de taille donné change.

La baisse formidable du prix des équipements incorporant des puces électronique fournit une troisième explication. Elle concerne aussi bien les technologies de l'information et de la communication qui s'appliquent au travail de bureau et au travail intellectuel que les technologies de fabrication avancées qui s'inscrivent dans l'atelier. Ces technologies permettent de développer de nouvelles stratégies autour des produits et elles ouvrent des opportunités d'organisation qui n'étaient pas envisageables auparavant. Elles sont aussi désignées comme génératrices de structures de marché monopolistes conformes avec la vision de l'économie du « winner takes all » : elles peuvent réduire fortement les coûts marginaux de production et de distribution et ainsi produire des économies d'échelle substantielles. Mais comme nous l'avons déjà souligné dans la section A, il n'y a pas vraiment de consensus dans les théories sur les dimensions organisationnelles que ces nouvelles technologies affectent.

En plus de ces facteurs, il nous semble que le mouvement de scolarisation massif entrepris dans l'après-guerre par la plupart des pays occidentaux est aussi un puissant facteur de changements, au travers de l'importation des valeurs scolaires au sein des entreprises et de nouveaux comportements de consommation comme le goût pour la diversité et les biens et services culturels.

De grandes entreprises éprouvant les limites de leur taille, un contexte d'incertitude accru, de nouvelles technologies à bas prix et une expansion scolaire qui transforme les caractéristiques et les attentes de la main d'œuvre, voici les grandes lignes des changements qu'a connu l'environnement des entreprises durant les deux dernières décennies. Nous ne disposons pas de données historiques permettant de tester les liens entre les changements du macro-environnement des entreprises et la diffusion de formes d'organisation nouvelles. Notre sentiment est que le niveau microéconomique est, pour l'instant, le niveau le plus adéquat pour

appréhender les changements organisationnels et leurs effets économiques. Aussi, notre stratégie empirique va s'appuyer sur des données individuelles concernant un échantillon d'entreprises industrielles. Le secteur industriel est celui que l'on connaît le mieux grâce aux études de cas et au développement de sources statistiques sur la technologie au cours des années quatre-vingt-dix. L'élargissement de la collecte des données au secteur tertiaire serait une bonne chose, mais il demanderait une réflexion spécifique.

Nous allons chercher à évaluer certains des effets recensés dans le tableau 6.5 lorsqu'ils sont à la fois pertinents pour nos données et mesurables. Les résultats que nous obtenons ne portent donc pas sur l'économie toute entière et ils ne sont ni sectoriels, ni macroéconomiques. Les tests que nous allons conduire restent partiels et indirects. Aussi, il serait incorrect de considérer que l'on teste les théories les unes contre les autres. Celles-ci vont plutôt nous servir de guide de lecture pour des résultats qui doivent être considérés comme des analyses fouillées de corrélations plutôt que comme des tests de relations causales.

Nous verrons, dans notre conclusion générale, que nous poursuivons, dans la continuité de cette thèse, l'objectif d'estimer un modèle plus structurel à partir de l'enquête « Changement Organisationnel et Informatisation » nouvelle enquête à deux volets « entreprises » et « salariés » dont nous avons dirigé la conception et coordonné la réalisation.

Les deux investigations que nous allons présenter s'appuient sur les données individuelles que nous avons déjà mobilisées dans le chapitre I. Il s'agit de deux sources qui nous permettent de construire des indicateurs sur l'organisation du travail et ses changements dans l'industrie manufacturière. La première source, l'enquête TOTTO 1987 est une enquête auprès des travailleurs occupés. Nous n'avons

conservé que les réponses des ouvriers, qui ont pu être appariées avec des données d'entreprise. Ces ouvriers décrivent les grandes caractéristiques de leur travail quotidien. La seconde source, l'enquête « changement organisationnel » décrit les changements organisationnels adoptés par l'entreprise pendant une période de 5 ans s'étalant entre 1988 et 1993. Nous ferons aussi référence, en conclusion de la section, à des résultats comparables obtenus à partir d'autres sources.

Le questionnaire de l'enquête TOTTO est assez fortement inspiré par le modèle industriel, néanmoins l'interrogation porte sur l'ensemble des travailleurs occupés, qu'ils soient indépendants ou salariés, salariés du public ou salariés du privé, salariés de l'industrie et du tertiaire. Notre focalisation sur les ouvriers de l'industrie vient de notre besoin de rapprocher les résultats de cette source à ceux de l'enquête « changement organisationnel » du SESSI et de notre volonté d'utiliser l'information divulguée par les salariés pour caractériser les entreprises. Pour une exploitation de l'enquête TOTTO sur un champ plus large, nous renvoyons aux travaux qui ont été cités dans le chapitre I.

Tester directement les résultats des modèles théoriques examinés dans la section A est une chose difficile. D'une part, les modèles prennent souvent comme point de départ des formes polaires d'organisation (tableau II.3), ou ils se centrent sur une dimension particulière de l'organisation du travail. Or, les formes polaires n'existent pas dans la vie réelle où les formes mixtes abondent, et toutes les dimensions recensées sont bien souvent affectées conjointement par les changements. Comme nous l'avons vu dans le chapitre I l'approche statistique montre que les profils des changements organisationnels adoptés par les entreprises ou marquant les postes de travail sont d'une extrême richesse. Seule la pratique répétée des enquêtes statistiques peut permettre d'établir des mesures tenant compte de l'étendue des chocs organisationnels ayant marqué la vie des entreprises et

contrôlant les effets de mode et de discours. Ici l'utilisation des deux types d'enquête, auprès des salariés et auprès des entreprises, permet de travailler sur des variables que l'on pense corrélées aux dimensions organisationnelles identifiées par les modèles, avec une richesse de point de vue : description concrète du travail des ouvriers d'une part, discours globalisant du représentant de l'entreprise, souvent attaché à la direction financière ou à la direction de la production d'autre part.

Par ailleurs, comme le soulignent les travaux de Milgrom et Roberts (1988, 1990), la séquence de chocs qui marquent les différentes dimensions de l'organisation du travail n'est pas le fruit du hasard mais elle traduit des complémentarités telles que le rendement d'une pratique organisationnelle est supérieure lorsqu'un ensemble d'autres pratiques sont adoptées de concert. Athey et Stern (1998) qui proposent un cadre empirique pour tester ces complémentarités, soulignent que l'association de plusieurs pratiques peut aussi témoigner d'autres phénomènes qu'il est nécessaire de contrôler pour obtenir des estimations robustes.

Comme nous l'avons indiqué dans notre chapitre V, Athey et Stern (1998) évoquent le rôle de la culture d'entreprise, ou bien celui du goût du chef d'entreprise pour les modes managériales ou encore l'influence d'un gourou. Sans les variables de contrôle adéquates, les tests proposés ne sont valables que lorsque les décideurs du changement sont pleinement conscients du rendement associé à chacune des combinaisons de pratiques possibles. Cependant, ces deux auteurs, tout en soulignant que les enquêtes doivent être construites en incluant des questions sur les facteurs ayant influencé le processus d'adoption de l'entreprise, sont bien en peine de proposer une liste de variables instrumentales adéquates.

Notre expérience du recueil de données statistiques et les entretiens en entreprise que nous avons réalisés lors du test du questionnaire de l'enquête

« changement organisationnel » nous conduit cependant à penser que l'identité du répondant a une influence fondamentale sur le type de réponse recueillie. Dans les enquêtes auprès des entreprises, il est courant de négliger le fait que le répondant n'est qu'un des salariés, parfois un cadre dirigeant ou le dirigeant lui-même. Dans les deux cas, il s'agit d'un individu qui parle au nom de l'entreprise toute entière et cet individu fait partie de la structure, c'est-à-dire qu'il n'exerce pas un travail de production directe. Or comme de nombreux sociologues l'on montré, il y a un décalage important entre l'organisation formelle imaginée par les cadres dirigeants de l'entreprise et l'organisation concrète du travail telle qu'elle est pratiquée par les salariés.

Dès lors nous pensons qu'il est tout à fait important de disposer de variété de points de vue dans l'entreprise pour cerner de manière précise l'organisation et ses changements. Le chef d'entreprise peut connaître le rendement de toutes les combinaisons de pratiques lorsqu'il fait sont choix d'organisation, mais il ne contrôle pas forcément tous les paramètres locaux qui peuvent influencer la mise en œuvre de ces choix. Aussi, en énonçant les décisions qu'il a prises, il ne décrira qu'une part de la réalité du travail dans son entreprise. Ceci est d'autant plus vrai que l'entreprise est de grande taille. De plus, sans connaître personnellement un gourou, il peut lire la presse managériale et préférer déclarer que son entreprise a mis en œuvre une large palette de changements pour se valoriser au yeux du service enquêteur.

Enfin, à l'exception de la taille de l'entreprise les facteurs de changement mis en évidence par les théories sont eux-mêmes difficilement mesurables. Dès lors, il est peut évident d'apprécier comment ces facteurs ont changé dans le temps. L'incertitude ne peux ainsi qu'être évaluée très indirectement. L'information sur le comportement d'adoption des entreprises en matière de technologies est encore peu développée dans le système statistique et les dimensions des compétences valorisées

par les modèles ne sont pas aisées à mesurer ; tout au plus peut-on connaître un niveau de diplôme ou la qualification du poste de travail que l'on pense corrélés à la variété des talents ou aux qualités interpersonnelles.

Les entretiens que nous avons menés[116] montrent aussi qu'au delà de ces variables, la séquence des choix adoptés est étroitement liée à l'histoire de l'entreprise et au système de contraintes dans lequel elle se trouve insérée : contraintes imposées par les clients ou contraintes imposées par l'actionnariat. Au cours des années quatre vingt et quatre vingt dix, la vie des entreprises a été marquée par de nombreux changements organisationnels comme nous l'avons indiqué dans le chapitre I, mais elle a aussi été marquée par des changements dans les rapports de force entre entreprises : mouvements de concentration sur les marchés, internationalisation des capitaux. Par exemple, les sous-traitants de l'industrie automobile ou les fournisseurs des grandes surfaces généralistes peuvent se voir imposer des choix de l'extérieur car leur pouvoir de négociation est très faible. Autre exemple, le secteur des machines et équipement a connu un mouvement de restructuration à un niveau mondial qui fait que presque toutes les entreprises de ce secteur ont connu des changements dans la composition de leur capital au cours des années quatre vingt dix. La réglementation, dans le domaine de la sécurité, de l'environnement ou dans le domaine sanitaire peut aussi être un facteur qui pousse au changement à l'heure où l'opinion publique est de plus en plus sensible à ces thèmes. Enfin, le climat social de l'entreprise peut influencer la manière dont les décisions de la direction se traduisent dans le travail concret dans un contexte de changements organisationnels. Ces différents facteurs n'apparaissent pas dans les modèles que

[116] Il s'agit plus largement des entretiens réalisés lors des tests des enquêtes « Changement organisationnel » de 1993 (Annexe I.1) et « Changements Organisationnels et Informatisation » de 1997, ainsi que d'entretiens que nous avons conduit plus récemment avec Jacques Mairesse dans le cadre d'une recherche financée par le NBER.

nous avons examinés et nous n'avons pas les moyens de les mesurer à partir des données dont nous disposons[117].

Les tests que nous avons réalisé à partir des enquêtes TOTTO 1987 et « changement organisationnel » 1993 sont beaucoup moins ambitieux, mais ils constituent un premier pas pour appréhender la logique sous-jacente aux changements organisationnels de la fin des années quatre vingt et du début des années quatre vingt dix. La première source fournit une information sur l'état de l'organisation à une date donnée. Le seul test possible est donc de comparer les entreprises entre elles à une même date en fonction d'un certain nombre de critères que l'on pense corrélés aux facteurs de changement mis en avant par la théorie. La seconde source fournit des mesures du changement organisationnel, des indications sur la stratégie poursuivie par l'entreprise et sur les changements technologiques qui l'ont affectée. Ici encore, un test indirect peut être réalisé en mettant ces variables en relation. Ces deux tests ne doivent pas être considérés comme assimilables l'un à l'autre, mais comme apportant des informations complémentaires.

Avec l'enquête TOTTO nous examinons comment un ensemble de dimensions organisationnelles des postes de travail ouvriers en 1987 est corrélé à des variables décrivant des caractéristiques des ouvriers et des entreprises dans lesquelles ils sont insérés en 1987. Avec l'enquête « changement organisationnel », nous testons comment la stratégie de la direction et le comportement d'adoption de technologies de fabrication avancées sont corrélées aux configurations de changement organisationnel que nous avons identifiées dans le chapitre I.

---

[117] Un certains nombre de questions visant à mesurer ces facteurs ont été introduites dans l'enquête « Changements Organisationnels et Informatisation » de 1997.

2. Les facteurs corrélés aux dimensions organisationnelles des postes de travail ouvrier dans l'industrie manufacturière[118]

Dans le chapitre I, nous avons présenté des résultats issus des enquêtes TOTTO, ainsi qu'une analyse des données et une typologie construites à partir des réponses à l'enquête TOTTO 1987 d'un échantillon de 1470 ouvriers d'ateliers rattachés à 776 entreprises de l'industrie manufacturière de plus de 50 salariés. Nous allons à présent analyser de manière plus systématique les facteurs corrélés à nos variables décrivant l'organisation au sein des entreprises. Pour mener cette analyse, nous avons apparié cette échantillon avec des données d'entreprise : les données du Système Unifié de Statistiques d'Entreprise (SUSE) et celles de l'Enquête sur la Structure des Emplois (ESE). L'annexe III.1 présente ces appariements.

Puisque nos données sont doublement indicées, nous pouvons conduire ce test en nous positionnant soit au niveau des individus, soit au niveau des entreprises. Dans le chapitre I, des variables d'organisation concernant ces différents niveaux ont été construites : données primaires regroupées de l'enquête TOTTO présentées dans l'annexe I.2, coordonnées des ouvriers sur les axes factoriels de notre analyse des correspondances multiples, moyennes de ces variables calculées au niveau de l'entreprise ou encore indicatrice d'appartenance à une des classes de la typologie d'entreprises.

Afin de pouvoir contrôler certaines caractéristiques associées à la personne interrogée, nous avons préféré travailler directement sur les réponses des salariés. Les caractéristiques individuelles en question sont l'âge, l'ancienneté dans l'entreprise et la qualification. Elles peuvent influencer les caractéristiques

---

[118] Cette section s'appuie sur un article que nous avons publié en 1994 dans *Economie et Statistique*, N°271-272,

organisationnelles des postes de travail ouvrier, mais leur effet ne peut pas pour autant être interprété comme un effet propre de l'individu : la pyramide des âges de l'entreprise, sa structure par qualification et la durée effective des contrats de travail sont, *a priori*, des variables de décision que l'entreprise peut contrôler par l'intermédiaire de sa politique de recrutement.

Lorsque les ouvriers sont sélectionnés au hasard dans l'entreprise, comme c'est le cas avec l'enquête TOTTO, leurs caractéristiques peuvent être considérées comme révélatrices de caractéristiques de l'entreprise. L'annexe III.3 développe cette idée de manière plus approfondie. Au delà des caractéristiques associées aux individus, nous allons aussi expliquer les caractéristiques organisationnelles des postes de travail ouvriers par des variables décrivant directement l'entreprise. Cela permet de déterminer des profils de poste de travail en fonction des caractéristiques de l'organisation dans laquelle le poste de travail s'insère tout en tenant compte de spécificités liées à l'individu qui tient le poste considéré.

Enfin, les variables d'organisation que nous avons finalement retenues sont quatre variables synthétiques construites par regroupements de variables primaires de l'enquête TOTTO. Les variables concernées sont celles qui sont apparues les plus structurantes de notre analyse des correspondances multiples : intensité des contraintes techniques, intensité des contraintes hiérarchiques, intensité de la communication bilatérale et intensité de la communication multilatérale.

---

pp. 87-103 : « L'organisation du travail dans les PMI se distingue-t-elle de celle des grandes entreprises ? ».

a) Quatre variables pour mesurer l'organisation à partir de données sur les salariés

Nos quatre variables synthétiques on été construites en sommant les variables primaires de l'enquête TOTTO. La variable d'intensité des contraintes techniques somme quatre indicatrices identifiant les postes de travail caractérisés par des horaires alternants (2x8, 3x8 ou plus), par des cadences liées à la machine, par des normes de qualité précises et chiffrées à respecter et par un travail à la chaîne. Elle prend donc des valeurs allant de 0 à 4.

Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre I, si l'on se réfère à la classification de Mintzberg (1981), des contraintes techniques intenses traduisent un mode de coordination par standardisation des procédés ou des résultats, caractéristique du fonctionnement bureaucratique. On retrouve aussi des traits de la logique industrielle décrite par l'économie des conventions (Eymard Duvernay et alii, 1987, Boltanski et Thévenot, 1987). Ces contraintes traduisent des formes d'organisation du travail où les équipements jouent un rôle fondamental dans la définition des tâches et des contraintes pesant sur le travail. D'une certaine manière, des contraintes techniques fortes sont plutôt révélatrices d'une organisation de type « fordiste » si l'on reprend le vocabulaire de l'économie de la régulation (Boyer, 1991, Boyer et Durand, 1998).

Néanmoins, les normes de qualité peuvent traduire des formes plus récentes de mobilisation dans le travail. Elles peuvent être associées à une démarche de qualité totale, souvent présentée dans le manuels de management comme complémentaires des organisations en juste-à-temps et des pratiques participatives, mais elles peuvent aussi correspondre à une certification (ISO, EAQF) qui se traduit plus dans l'écriture des procédures suivies pour gérer la qualité que dans des formes nouvelles

d'implication de la main d'œuvre. La corrélation de l'existence de normes de qualité avec les autres variables ici regroupées indique plutôt une organisation ou la formalisation du travail est importante, ce qui ne représente pas une rupture avec la logique bureaucratique. Il sera intéressant de vérifier si l'on retrouve cette corrélation sur des enquêtes plus récentes comme l'enquête TOTTO de 1993 ou l'enquête sur les Changements Organisationnels et l'Informatisation de 1997.

L'intensité des contraintes hiérarchiques a été construite en sommant 4 variables qualitatives polytomiques indiquant la marge de manœuvre laissée à l'ouvrier par sa hiérarchie dans la manière de faire le travail (0 si l'on choisi soi-même la manière de le faire, 1 si elle est spécifiée par le chef), dans l'application des consignes (0 si la plupart du temps on ne les applique pas, 1 si dans certains cas on ne les applique pas, 2 si on les applique strictement), dans la réparation des incidents (0 si la plupart du temps l'ouvrier le règle lui-même, 1 si l'ouvrier le règle uniquement pour certains cas prévus à l'avance, 2 si l'ouvrier fait toujours appel à un supérieur hiérarchique ou à un service spécialisé), et dans l'échange de travail avec des collègues (0 si il suffit de s'arranger avec ses collègues, 1 si il suffit d'en informer son chef, 2 si l'autorisation du chef est nécessaire, 3 si c'est interdit). Cette variable prend ses valeurs dans un intervalle allant de 0 à 8. Deux valeurs ont été regroupées, ce qui débouche sur une variable en huit modalités.

Des contraintes hiérarchiques fortes témoignent d'une coordination par supervision directe qui marque les structures simples (Mintzberg, 1981) ou une logique domestique (économie des conventions). Cette forme de supervision est formalisée par certains modèles de hiérarchie comme ceux de Calvo et Wellicz (1978, 1979). Inversement, des contraintes hiérarchiques faibles témoignent de la marge d'initiative ou de l'autonomie des salariés, qui doit néanmoins être relativisée lorsque les contraintes techniques sont fortes. La question de l'autonomie des

travailleurs directs est abordée par la plupart des modèles qui formalisent le passage à des structures plus horizontales. C'est le cas notamment de Aoki (1990a), Greenan et Guellec (1994), Caroli, Greenan et Guellec (1997), Milgrom et Roberts (1990) et Athey et Schmutzler (1994). L'autonomie du travailleur direct y est définie comme une capacité à déterminer lui-même le contenu précis de son travail.

L'intensité de la communication bilatérale s'appuie sur la somme des indicatrices signalant la présence d'une communication de l'ouvrier avec son supérieur hiérarchique (3 indicatrices selon qu'il discute du travail seul avec son chef, en présence de ses collègues ou qu'il demande des renseignements à son chef), avec ses collègues (3 indicatrices selon qu'il discute sur le travail avec ses collègues sans la présence de son chef, qu'il leur demande des renseignements ou qu'il leur donne des consignes et des indications), avec les autres services (3 indicatrices selon qu'il demande des renseignements aux autres services, qu'il en reçoit des indications ou des consignes ou qu'il leur en envoie) et avec l'extérieur (2 indicatrices selon qu'il demande des renseignement à l'extérieur ou qu'il en reçoit des indications ou des consignes). La variable résultante prend ses valeurs dans un intervalle allant de 0 à 11. Ces valeurs ont été regroupées autour des points d'accumulation, ce qui conduit à une variable en quatre modalités. Une communication bilatérale intense peut être interprétée comme signalant la présence d'une coordination par ajustement mutuel propre aux « adhocraties » (Mintzberg, 1981) ou d'une logique marchande (économie des conventions) dès lors que l'information qui circule est associée à des caractéristiques des produits (ce que nous ne savons pas). Cette communication est formalisée par certains modèles de théorie des équipes qui s'intéressent à la décentralisation de l'information et de la décision, comme ceux de Aoki (1986, 1990a) et Carter (1995), par quelques modèles issus de la théorie du traitement de l'information (Kennedy, 1994 ; Bolton et Dewatripont, 1994) et par la théorie des

complémentarités productives (Milgrom et Roberts, 1990, 1994 ; Athey et Schmutzler, 1994).

Enfin, l'intensité de la communication multilatérale est mesurée en sommant trois indicatrices signalant la présence de cercles de qualité ou de groupes d'expression, la présence d'une boîte à idée et la présence d'un système de récompense des innovations. Elle prend donc ses valeurs dans un intervalle allant de 0 à 3.

Si la communication bilatérale peut être à la fois formelle ou informelle, la communication multilatérale est une forme institutionnalisée et donc formelle de communication. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre I, sa présence et son intensité peuvent être interprétées de différentes manières. Elle peut traduire une forme de coordination par ajustement mutuel dans un contexte où le dialogue informel est difficile à établir au cours des opération productives, à cause de la distance physique ou du bruit par exemple. Elle peut aussi indiquer une formalisation relativement importante du travail, se rapprochant dès lors d'une coordination par standardisation des procédés ou des résultats. Notre analyse des correspondances multiples traduit bien cette nature ambivalente de la communication multilatérale. Enfin, elle peut témoigner d'un contexte productif où le travail est pensé en relation au groupe plutôt qu'en relation à l'individu.

b) Les modèles estimés

Nos quatre variables synthétiques décrivent l'organisation des postes de travail ouvriers en 1987. Nous allons mettre ces variables en relation avec d'autres variables décrivant l'entreprise et son environnement en 1987 (annexe III.1). En effet, nous avons vu que les modèles prédisent des relations du type : quand l'incertitude augmente, l'entreprise peut avoir intérêt à décentraliser les informations qui

concernent les décisions opérationnelles. Dans ce cas, on peut s'attendre à trouver que les entreprises qui se trouve dans une situation plus incertaine en 1987, vont avoir, en moyenne, un système d'information plus décentralisé. Sans prouver la relation causale, une corrélation positive entre degré d'incertitude élevé et degré de décentralisation de l'information élevé est cohérent avec certaines prédictions des modèles.

Il nous reste donc à mesurer les facteurs de changement. La taille de l'entreprise est le facteur le plus aisé à appréhender. Nous utilisons l'effectif de l'entreprise, que nous transformons en variable de classe à quatre modalités (50-199, 200-499, 500-999, 1000 et plus). C'est une des définitions possibles de la taille. C'est celle qui est la plus proche de la notion de taille associée aux modèles de hiérarchie.

L'usage de nouvelles technologies est, lui aussi relativement simple à évaluer car l'enquête TOTTO s'intéresse aux techniques aussi bien qu'à l'organisation. Nous avons retenues deux variables : l'usage, par l'ouvrier, d'un micro-ordinateur ou d'un terminal émission-réception et l'usage d'un robot ou d'une machine-outil à commande numérique. La première variable spécifie si l'ouvrier a accès aux technologies de l'information, tandis que la seconde concerne des technologies de fabrication avancées. Il aurait été aussi intéressant de connaître les taux d'équipement de l'entreprise dans des deux catégories de technologie mais nous ne disposons pas de ces informations.

La compétence de la main d'œuvre se mesure plus difficilement. Nous laissons de côté les compétences de l'encadrement sur lesquelles nous n'avons aucune information. Par contre, pour mesurer la compétence de la main d'œuvre directe, nous utilisons la part des ouvriers non qualifiés dans la main d'œuvre ouvrière de l'entreprise. Comme la taille, cette part a été discrétisée. Les regroupements ont été

construit de manière à avoir quatre classes d'effectif comparable (moins de 9%, de 9% à moins de 34%, de 34% à moins de 60% et 60% et plus). Cette variable reste une mesure très grossière de la compétence. L'âge et la qualification de l'individu interrogé, qui servent de variables de contrôle associées à la personne complètent l'information de niveau entreprise sur la qualification.

Enfin, nous ne disposons pas de mesure directe de l'incertitude, sachant que par ailleurs, la théorie distingue des formes très différentes d'incertitude : incertitude sur les coûts ou sur la demande, volatilité, instabilité et complexité. C'est cette dernière dimension de l'incertitude qui se prête le plus facilement à la mesure. Nous avons distingué trois formalisations différentes de la complexité : variété des rendements associés à différents projets, nombre d'informations qui pénètrent l'organisation et diversité des inputs. Nous pensons que la diversité des inputs peut être approchée par l'intensité capitalistique : à taille donnée, une intensité capitalistique plus élevée indique des équipements plus nombreux ou plus onéreux et dès lors plus complexes. On retrouve ici la notion de complexité développée par Otani (1994). Comme la part des ouvriers non qualifiés, l'intensité capitalistique a été transformée en une variable qualitative comprenant quatre classes d'effectif comparable : moins de 73 000 F/tête, 73 000 F à moins de 140 000 F, 140 000 F à moins de 240 000 F, 240 000 F et plus. Notons que cette mesure en coupe ne peut pas être interprétée comme une mesure d'incertitude intertemporelle ou de volatilité des marchés.

Nous avons estimé quatre modèles de type logit polytomique. En effet, les variables que nous cherchons à expliquer sont de nature qualitative puisque ce sont des sortes de «notes » traduisant l'intensité des quatre dimensions de l'organisation du travail et ayant un nombre de modalités donné que l'on peut ordonner : plus la note est élevée, plus l'intensité des contraintes ou de la communication est élevée.

Ces notes, calculées au niveau des postes de travail (Y_i) sont expliquées par des variables (X_i) liées à l'individu interrogé (son âge, sa qualification, son ancienneté dans l'entreprise), aux caractéristiques de son poste de travail en terme de technologie utilisée (ordinateur, robot ou MOCN) et aux caractéristiques de l'entreprise à laquelle il est rattaché (intensité capitalistique, part des ouvriers non qualifiés, taille de l'entreprise).

Pour l'intensité des contraintes et l'intensité de la communication bilatérale, les modèles estimés sont de type logit polytomique univarié (tableau 6.6) : ils estiment l'impact de chaque modalité des variables exogènes sur la probabilité qu'une note supérieure ou égale k (k= 0..t..K) ait été calculée sur le poste de travail i :

$$P(Y_i \geq k) = F(BX_i) \text{ où } BX_i = \beta_k + \beta X_i \text{ avec } F(X) = \frac{1}{1+\exp(-X)} \quad [6.29]$$

On peut recalculer aisément les probabilités P(Yi = k), à partir de ces probabilités cumulées :

$$\begin{aligned} P(Y_i = k) &= P(Y_i \geq k) && \text{pour } k = K \\ &= P(Y_i \geq k) - P(Y_i \geq k-1) && \text{pour } 0 \leq k \leq K \\ &= 1 - P(Y_i \geq 1) && \text{pour } k = 0 \end{aligned} \quad [6.30]$$

Les coefficients β_k sont les constantes du modèle. Elles correspondent à la probabilité qu'une « note » soit supérieure ou égale à k pour la situation de référence du modèle estimé (puisque les différentes modalités de chaque dimension explicative sont colinéaires - leur somme est égale à 1- on fait l'hypothèse que le coefficient d'une des modalités est nul, cette modalité devenant situation de référence). Celle-ci correspond au cas d'un ouvrier non qualifié, dont l'âge est compris entre 25 et 40 ans, n'utilisant ni robot, ni MOCN et ni ordinateur, rattaché à une entreprise de plus de

1 000 salariés, dont l'intensité capitalistique est très élevée et dont la part des ouvriers qualifiés est inférieure à 9%. β est le vecteur des coefficients associés aux différentes modalités des dimensions explicatives. Une hypothèse faite par ce modèle est que ces coefficients sont égaux quel que soit k. Nous avons testé cette hypothèse «d'égalité des pentes » au moyen d'un test du chi-deux. Celle-ci ayant été rejetée pour le modèle expliquant la communication multilatérale, une autre modélisation a été retenue pour cette variable.

Pour l'intensité de la communication multilatérale, un modèle logit polytomique (tableau 6.7) a donc été estimé : il évalue l'impact de chaque modalité des variables exogènes sur la probabilité que la «note » k (k=0..t..3) ait été calculée sur le poste de travail i :

$$P(Y_i = k) = P_{ik} = \frac{\exp(\beta_{k0} X_i)}{\sum_{t=0}^{3} \exp(\beta_{t0} X_i)} \qquad [6.31]$$

Pour que le modèle soit identifiable, une des notes d'intensité de la communication multilatérale a été choisie comme note de référence : il s'agit de la modalité 0 correspondant à une absence de cercles de qualité ou de groupes d'expression, de boîte à idée et de système de récompense des innovations (β_{00}.Xi=0). Les coefficients β_{ko} permettent de caractériser les ouvriers pour lesquels une note k a été calculée par rapport à ceux dont le poste de travail correspond à une absence de communication multilatérale. En effet, l'égalité précédente donne :

$$\ln(P_{ik} / P_{i0}) = \beta_{k0}\ Xi \qquad [6.32]$$

Les trois colonnes du tableau 6.7 donnent respectivement les estimateurs β_{30}, β_{20}, β_{10}. Ils doivent s'interpréter en écart à l'ouvrier de référence, défini de la même

manière que dans les trois modèles précédents. Les constantes du modèle permettent de calculer les probabilités de chaque note relative pour cet ouvrier de référence.

Nous avons conduit nos estimations en deux temps. Dans un premier temps, nous avons introduit l'ensemble des variables pressenties comme corrélées à nos variables d'organisation. Il est alors apparu qu'un certain nombre de variables étaient associées à des coefficients clairement non significatifs. Il en est ainsi de l'ancienneté par exemple qui est apparue sans effet dans l'ensemble des modèles. D'autres variables, en revanche, se sont avérées très significatives pour une des variables et pas du tout pour une autre. Par exemple, si la part des ouvriers non qualifiés est clairement corrélée aux contraintes techniques, elle ne l'est pas du tout avec les contraintes hiérarchiques (ce qui est un résultat intéressant). Les estimations présentées dans les tableaux 6.6 et 6.7 correspondent au second temps des estimations où seules les dimensions explicatives associées à au moins un coefficient significatif ont été conservées (à l'exception des variables de taille et de technologie que nous avons conservé dans tous les cas).

c) Les résultats

L'intensité capitalistique accroît fortement les contraintes techniques et a un impact positif sur la communication multilatérale (elle accroît surtout la probabilité d'une communication multilatérale très forte, qui est la situation la plus rare). En revanche, les contraintes hiérarchiques et la communication bilatérale ne sont pas corrélées avec elle.

Le premier résultat est peu surprenant. La probabilité de travailler selon des horaires alternants sur une chaîne de montage ou selon un rythme de production déterminé par les machines est plus élevée dans les entreprises dont la combinaison productive incorpore plus de capital. Le type de complexité que l'on mesure

indirectement par l'intensité capitalistique est étroitement lié aux contraintes techniques et donc à une logique industrielle.

Les résultats concernant les autres variables d'organisation sont moins triviaux. La présence d'équipements nombreux ou onéreux ne semble pas favoriser, en 1987, une forte autonomie par rapport à la hiérarchie ou une coordination par ajustement mutuel du type de celle décrite par Aoki (1986, 1990a). Les entreprises capitalistiques demeurent ancrées dans une logique verticale plutôt qu'horizontale. Cependant, la communication multilatérale plus fréquente qui les caractérise dénote un besoin d'échange d'informations au sein des ateliers qui peut s'interpréter comme une réponse à la complexité de l'environnement. Lorsque les ouvriers travaillent sur des machines coûteuses, il est d'autant plus important de les intégrer à la dynamique technologique de l'entreprise (amélioration des procédés de production, réflexion sur les pannes etc.) qu'un incident peut être très dommageable, aussi bien en termes de qualité de la production qu'en termes de frais de réparation des équipements. Les formes de communication multilatérale seraient particulièrement bien adaptées à ces entreprises où l'échange d'information direct dans l'atelier est souvent difficile, soit du fait d'un niveau sonore élevé, soit parce qu'il est techniquement peu aisé de quitter sont poste pour dialoguer avec son chef ou avec un collègue.

La compétence de la main d'œuvre directe est approchée par l'âge de l'ouvrier et par sa qualification, ainsi que par la proportion d'ouvriers non qualifiés qui caractérise l'entreprise. L'âge de l'ouvrier a un impact significatif mais modéré sur l'ensemble des quatre variables d'organisation. On retrouve des effets conformes à une exploitation précédente de l'enquête TOTTO (de Coninck, 1991) : les moins de 40 ans semblent être porteurs de nouveaux comportements marqués par une conception moins restrictive de leur tâche (contraintes hiérarchiques plus faibles) et une demande plus forte de communication (intensité de la communication plus

élevée). Ces résultats s'interprètent en partie par un effet d'âge, mais il s'agit aussi d'un effet de génération couplé à un effet de niveau d'éducation. Les moins de 40 ans sont passés de manière plus massive par le système scolaire et ils en importent les valeurs dans le monde de l'entreprise : maîtrise de l'écrit et donc de formes de communication plus formalisées (Moatty ; 1994, 1995), aspirations méritocratiques et familiarité plus grande avec l'informatique (Moatty, 1999). Interprété de cette manière, ce résultat recoupe indirectement les enseignements de notre modèle avec main d'œuvre hétérogène.

Tout comme la jeunesse de l'ouvrier, sa qualification est associée à une plus grande autonomie et à une participation plus active aux différentes formes d'échange d'informations au sein de l'atelier. Par contre elle ne semble pas avoir d'influence particulière sur la probabilité de se voir imposer des contraintes techniques. C'est le poids de la main d'œuvre non qualifiée qui est significativement corrélé à cette dimension de l'organisation du travail : plus elle représente une part importante des ouvriers et plus les contraintes techniques sont fortes. Alors que la dimension collective de la qualification joue plus sur les contraintes techniques que sa dimension individuelle, c'est l'inverse qui est observé pour les contraintes hiérarchiques. Alors que les postes de travail fortement contraints par la hiérarchie sont plutôt des postes de travail non qualifiés, ces formes de contraintes ne s'avèrent pas sensible à la part de la main d'œuvre non qualifiée dans l'entreprise : un ouvrier non qualifié n'a pas un poste de travail plus encadré par sa hiérarchie dans une entreprise où la main d'œuvre est majoritairement non qualifiée.

Enfin, l'intensité des échanges d'information réagit à la structure de la main d'œuvre ouvrière de l'entreprise. L'effet de la part de la main d'œuvre non qualifiée sur la communication bilatérale est négatif et il est d'autant plus fort que l'on se trouve dans des tranches plus élevées. En revanche, son effet sur la communication

multilatérale est complexe : comme l'intensité capitalistique, elle n'affecte de manière significative que la probabilité d'une communication multilatérale très forte; par ailleurs, elle a un impact positif, plus fort pour la tranche allant de 34% à moins de 60% que pour la tranche suivante. La probabilité d'une communication multilatérale très élevée croît donc légèrement lorsque la part des ouvriers non qualifiés dans l'entreprise est plus forte mais c'est quand cette part est «intermédiaire » que cette probabilité est la plus forte. La compétence de la main d'œuvre directe semble donc bien positivement corrélée à des formes de coordination plus horizontales.

L'usage de technologies avancées a un impact significatif sur les quatre variables d'organisation, dont l'ampleur est modulée selon la caractéristique organisationnelle et selon la technologie examinée. Les robots ou les MOCN qui appartiennent au groupe des technologies de fabrication avancées augmentent fortement l'intensité des contraintes techniques et accroissent la probabilité d'apparition d'une communication multilatérale d'intensité faible. De leur côté, les technologies de l'information, mesurées par l'usage d'un ordinateur, élèvent fortement l'intensité de la communication bilatérale, favorisent une communication multilatérale forte et réduisent de manière substantielle les contraintes hiérarchiques. Ces technologies transforment donc chacune à leur manière le mode de coordination dans l'atelier : l'ordinateur a un effet proche de celui de la compétence car il accroît la communication et l'autonomie par rapport à la hiérarchie, tandis que les robots ou les MOCN ont un effet comparable à celui de l'intensité capitalistique puisqu'ils renforcent les contraintes techniques et la communication sous une forme institutionnalisée.

La taille a un impact significatif sur la communication multilatérale, la communication bilatérale et les contraintes techniques. Celui-ci est cependant nettement plus significatif pour la communication multilatérale où la taille est une

dimension explicative plus discriminante que pour les deux autres variables. Les PMI ont une probabilité plus faible d'avoir une communication multilatérale intense que les grandes entreprises et cette probabilité est encore plus faible pour les petites PMI que pour les grandes PMI : groupes d'expression, cercles de qualité, boîtes à idées et systèmes de récompense des innovations sont bien des procédés pour faire circuler l'information qui sont propres aux grandes structures intenses en capital.

Par ailleurs, lorsque l'on introduit l'usage de technologies avancées et la qualification dans le modèle, l'effet propre de la taille sur la communication bilatérale n'est significatif que pour les petites PMI : celles-ci ont une communication bilatérale effectivement moins intense que les autres. Enfin, l'effet propre de la taille sur les contraintes techniques (à intensité capitalistique et usage de technologies avancées donné) n'est pas linéaire : si les très grandes entreprises enregistrent les contraintes techniques les plus fortes et les petites PMI les contraintes techniques les plus faibles, les grandes PMI ne sont pas sensiblement différentes des très grandes entreprises. Ceci montre donc la spécificité des grandes PMI, plus proches des grandes entreprises en terme d'organisation du travail au sein des ateliers que des petites PMI.

3. Changement organisationnel et stratégie des entreprises industrielles[119]

L'enquête « changement organisationnel » nous apporte une information différente de celle de l'enquête TOTTO 1987. Elle se donne d'emblée en termes dynamiques et elle est mesurée au niveau de l'entreprise plutôt qu'à celui des

[119] Cette section s'appuie sur un article que nous avons publié en 1996 dans *Economie et Statistique*, N°298, pp. 15-33 : « Innovation technologique, changement organisationnels et évolution des compétences : Une étude empirique sur l'industrie manufacturière».

individus. Comme pour l'enquête TOTTO, plusieurs stratégies de tests peuvent être déployées selon qu'elles mobilisent les variables primaires de l'enquête, les coordonnées des entreprises sur les axes factoriels de l'analyse des correspondances multiples qui a été présentée au chapitre 1 ou encore l'appartenance à l'une des classes de notre typologie obtenue par classification ascendante hiérarchique.

Nous prenons l'option ici de travailler à partir de notre typologie d'entreprises. Contrairement à l'analyse des données effectuée sur les réponses des ouvriers à TOTTO, les axes qui se dégagent de l'analyse des données d'entreprises n'identifient pas clairement des dimensions du changement que l'on pourrait assimiler à des variables latentes. Par ailleurs, aucune variable primaire prise isolément n'est apte à résumer les changements dans leur généralité et un comptage des dispositifs organisationnels nouveaux adoptés par l'entreprise appauvrirait trop l'information.

a) La mesure du changement organisationnel et les compétences

Nous rappelons que notre typologie a été construite à grâce à une classification ascendante hiérarchique à partir des coordonnées des entreprises sur les trois premiers axes factoriels de notre analyse des correspondances multiples. Celle-ci a mobilisé six variables de changement organisationnel et trois variables d'évolution des compétences requises dans le cadre de ces changements.

Aussi, nous n'allons pas séparer dans notre estimation les variables sur l'évolution des compétences de celle sur les changements organisationnels. En effet, il est apparu, dans nos travaux descriptifs du chapitre I, que l'accroissement des compétences requises[120] était une des facettes du changement organisationnel et qu'il

---

[120] Nous rappelons que nos variables sur l'accroissement des compétences requises sont issues des questions : Dans le cadre des réorganisations « Y a-t-il eu accroissement des compétences requises …des ouvriers ?

lui était plus fortement corrélé qu'il ne l'était aux changements technologiques. De plus, pour certaines entreprises, l'accroissement des compétences requises de l'encadrement semblait être une solution alternative à un changement organisationnel faisant évoluer le travail des producteurs directs.

Ces résultats concordent avec les effets que nous avons recensé dans la littérature en matière de compétence (tableau 6.5) : un encadrement plus compétent peut être une solution pour une hiérarchie qui fait face à une complexité accrue, une compétence plus grande des travailleurs directs réduits les coûts de coordination associés à une structure horizontale et joue donc un rôle permissif dans le changement organisationnel. Dès lors, si une entreprise se trouve dans un environnement où les compétences souhaitées deviennent plus abondantes, sa propension au changement organisationnel a de fortes chances de s'accroître. Le lien entre changement organisationnel et qualification de la main d'œuvre sera abordé de manière systématique à partir de l'enquête «changement organisationnel » dans le chapitre VII.

Trois des variables d'organisation utilisées dans l'analyse des correspondances multiples sont des variables «primaires » directement associées à des questions de l'enquête sur la création de groupes de travail (cercles de qualité, groupes d'analyse de la valeur etc.), d'équipes de travail autonomes et sur la baisse des niveaux hiérarchiques[121]. Les trois autres sont des variables synthétiques issues d'un groupe de 48 variables « primaires » associées aux questions à choix multiple sur les sphères de responsabilité respectives de la hiérarchie, de l'opérateur et du spécialiste avant et

---

(Q101),…des techniciens et agents de maîtrise ? (Q102),…des ingénieurs et cadres ? (Q103) ». La numérotation des questions renvoie au questionnaire de l'annexe I.1 qui se trouve à la fin de la partie I.

[121] Il s'agit des questions Q83, Q86 et Q157 du questionnaire qui figure dans l'annexe I.1.

après les réorganisations[122]. Elles mesurent le nombre de tâches sur lesquelles la hiérarchie disparaît et l'opérateur et le spécialiste apparaissent.

La variable indiquant l'appartenance aux classes s'appelle TYPO et elle prend quatre modalités (TYPO1 à TYPO4). TYPO1 regroupe des entreprises qui « horizontalisent » leur structure. Nous les avons décrites comme s'orientant vers le modèle de l'entreprise « flexible » dans le chapitre I. Les compétences requises des ouvriers et de l'encadrement intermédiaire et supérieur se sont accrues et le travail direct s'est fortement transformé : l'opérateur a une sphère de responsabilité qui augmente fortement, il prend part à des groupes de travail et / ou à des équipes de travail autonomes et le nombre de niveaux hiérarchiques a baissé. On retrouve des traits de la firme Japonaise de Aoki (1986, 1990a), du modèle D de Greenan et Guellec (1994) ou du nouveau modèle industriel décrit par Milgrom et Roberts (1990) ou Athey et Schmutzler (1994). On est aussi proche du modèle productif alternatif au fordisme décrit par Boyer (1991) et Boyer et Durand (1998).

Les entreprises classées dans TYPO2 se caractérisent aussi par des compétences accrues pour toutes les catégories de main d'œuvre. La spécificité de cette classe réside dans l'accroissement de la sphère de responsabilité du spécialiste et la stabilité ou la hausse des niveaux hiérarchiques. Nous avons donc considéré que le changement organisationnel dans cette classe correspondait à un mouvement de technicisation. Ce cas de figure est peu décrit dans la littérature que nous avons examinée. Nous avons supposé qu'il s'agissait de petites entreprises en phase de croissance qui différenciaient leurs fonctions en faisant recours à une main d'œuvre

---

[122] Il s'agit des questions Q611A à Q643A et Q611P à Q643P.

spécialisée. Les travaux de Penrose (1959) nous semblent être ceux qui évoquent le plus clairement ce type d'orientation du changement organisationnel.

Le troisième groupe d'entreprises (TYPO3) réunit des unités qui ont déclaré s'être réorganisé sans avoir pour autant fait appel aux changements que nous avons sélectionnés ou de manière très marginale. En revanche, les compétences de l'encadrement y augmentent davantage que dans l'ensemble de la population. Nous avons interprété cette classe comme traduisant un approfondissement du modèle de l'entreprise centralisée hiérarchique. Elle recoupe certains modèles de hiérarchie (Aoki, 1986, 1990a ; Geanakoplos et Milgrom, 1991) où l'accroissement des compétences de l'encadrement est une réponse à l'accroissement de l'incertitude.

Enfin, la catégorie TYPO4 regroupe des entreprises qui ont déclaré s'être réorganisées mais qui n'ont modifié leur organisation ou les compétences de leur main d'œuvre qu'à la marge.

b) Les modèles estimés

Notre typologie décrit l'orientation des changements organisationnels adoptés par l'entreprise entre 1988 et 1993. Nous allons mettre cette variable en relation avec une variable de changement technologique. Dans le chapitre I, nous avons évoqué un triangle organisation / compétences / technologie. De fait, l'enquête «changement organisationnel » nous donne des informations sur le comportement d'adoption de technologies avancées pendant la période couverte par l'enquête.

Nous avons vu que le recours à des technologies avancées pouvait ouvrir de nouvelles opportunités de changement organisationnel. Certains travaux, plus proches de la gestion ou de la théorie des organisations que ceux que nous avons examinés, évoquent même un déterminisme technique de type statique. Ce point de

vue est évoqué par des auteurs comme Woodward (1965) ou, plus récemment, Kern et Schuman (1989). Il repose sur l'idée que l'automatisation réduit la part de travail direct au profit de tâches indirectes comme la surveillance des machines, le contrôle de qualité ou encore la maintenance. Ces techniques suscitent donc des modifications dans la division du travail et une évolution des compétences. De plus, les tâches indirectes nécessitent de maîtriser un grand nombre de paramètres sur les machines, les produits, les intrants, ce qui peut favoriser la mise en place de lieux où l'information s'échange.

Mais on peut aussi développer un point de vue dynamique selon lequel l'usage efficient de matériels nouveaux n'est pas immédiat. Les machines, ou les programmes informatiques, sont des sortes de boîtes noires dont on découvre progressivement le contenu en les utilisant. À ce titre, les opérateurs occupent une place privilégiée car ce sont des observateurs permanents du déroulement du processus de production. Les changements dans les compétences et l'organisation auraient alors pour objectif de favoriser le processus d'apprentissage sur les technologies nouvelles. Dans ce cas, les changements d'organisation pourraient n'être que transitoires et conduire à une nouvelle organisation, ainsi qu'à la recherche de nouvelles compétences, en fonction des enseignements accumulés lors du processus d'apprentissage. La théorie des complémentarités productives (Milgrom et Roberts, 1988, 1990) est proche de la vision statique alors que notre modèle à main d'œuvre homogène (Greenan et Guellec, 1994) développe des éléments d'argumentation que l'on retrouve dans la vision dynamique.

Au-delà de ces visions déterministes allant de la technologie vers l'organisation, on peut aussi évoquer la relation causale inverse. Parce que l'entreprise a décidé de changer son organisation, elle va changer sa technologie car les équipements en place cristallisent le modèle d'organisation ancien que

l'entreprise cherche à modifier. Même dans ce cas là, il y a de fortes chances pour que l'entreprise invoque la causalité inverse : il est plus simple de faire passer aux salariés l'idée que comme la technologie doit changer (le progrès technique est inéluctable, l'écarter c'est se couper de l'avenir…) il faut faire évoluer l'organisation plutôt que l'idée inverse.

Nous ne souhaitons pas trancher dans ce débat qui a fait couler beaucoup d'encre, mais puisque nous disposons d'information sur la technologie, nous souhaitons examiner conjointement les facteurs ayant pesé sur les choix technologiques et sur les choix organisationnels. Nous allons donc estimer deux modèles, l'un où le changement organisationnel est la variable expliquée (modèle 1) et l'autre où ce sont les choix technologiques que l'on explique (modèle 2).

Le changement technologique est mesuré à partir de la variable construite dans le chapitre I. C'est une variable synthétique en quatre modalités qui croise cinq variables primaires issues des questions de l'enquête[123]. A partir de ces variables, on distingue entre les entreprises qui utilisent des robots et MOCN (TECH1 et TECH2) et celles qui ne les utilisent pas (TECH3 et TECH4) et entre les entreprises qui ont introduit aucun ou un système assisté par ordinateur (TECH2 et TECH4) et celles qui en ont introduit de deux à quatre (TECH1 et TECH3).

Outre les variables de technologie (modèle 1) et d'organisation (modèle 2), quelles sont les autres variables explicatives que l'on introduit dans nos modèles ? L'enquête «changement organisationnel » inclut un ensemble de questions sur les

---

[123] Il s'agit de la question « Caractérisez votre mode de production dominant : aucun MOCN ou robots, MOCN ou robots non liés, MOCN ou robots liés » (Q44) et des questions « Sur les cinq dernières années, avez-vous introduit…la CFAO (Q51),…la GPAO (Q52),…la GMAO (Q53),…la GSAO (Q54).

objectifs poursuivis par l'entreprise dans le cadre de sa réorganisation[124]. Ces variables nous permettent de corréler la stratégie poursuivie par l'entreprise avec la nature des choix organisationnels et technologiques qu'elle a fait pendant une période de 5 ans. Ces variables ne mesurent pas directement les facteurs mis en avant par les modèles que nous avons examinés et qui concernent des changements dans l'environnement de l'entreprise. En revanche, ils nous permettent de savoir si l'entreprise est en difficulté (s'adapter à une réduction d'effectif, s'adapter à une restructuration), si elle cherche à différencier ses produits (accroître la différenciation ou le rythme de renouvellement des produits,), à avoir une meilleure maîtrise des délais (réduire les délais entre commande et livraison), de la qualité (accroître la qualité) ou des coûts (réduire ses stocks, accroître la durée d'utilisation des équipements). Alors que les questions sur la technologie sont renseignées par l'ensemble des entreprises, les questions sur les objectifs ne concernent que les entreprises réorganisées[125]. Nous allons donc nous focaliser sur ces entreprises uniquement, sachant que l'on cherche à expliquer l'orientation des réorganisations plutôt que leur existence. Comme ce sont 80% des entreprises interrogées qui déclarent s'être réorganisées, notre échantillon conserve une taille tout à fait conséquente, puisqu'il regroupe 1496 entreprises (sur les 1824 répondantes).

Nous introduisons aussi la taille et le secteur d'appartenance dans les modèles estimés. Il s'agit de modèles logit polytomiques similaires à celui qui a été utilisé pour expliquer la communication multilatérale dans la section précédente exploitant

---

[124] Il s'agit des questions Q32 à Q38 du questionnaire retranscrit dans l'annexe I.1.

[125] Dans notre partie critique (section IV) associée à l'annexe I.1 qui présente l'enquête « Changement Organisationnel », nous expliquons pourquoi ce système de filtrage du questionnaire s'est avéré plus maladroit que judicieux.

l'enquête TOTTO. Ces modèles sont en effet adaptés aux cas, comme ici, où la variable expliquée est polytomique non ordonnée.

Ils évaluent l'impact de chaque modalité des variables exogènes sur la probabilité d'appartenance à chaque modalité de nos deux variables de classe TYPO et TECH. Les équations [6.31] et [6.32] s'appliquent donc aussi ici, où k doit être interprétée comme le numéro de chacune des modalités, allant de 1 à 4. Pour identifier le modèle, les quatrièmes modalités (TYPO4 et TECH4) ont été choisies comme référence. Les coefficients estimés (β_{k4}) caractérisent les entreprises qui appartiennent à une des classes de changement organisationnel ou technologique, par rapport à celle qui sont restées inertes dans ces deux domaines. Du côté des variables exogènes, une situation de référence est aussi choisie, il s'agit des entreprises de 50 à 199 salariés appartenant au secteur du textile-habillement ou du cuir-chaussure, n'ayant déclaré qu'elles ne poursuivaient aucun des sept objectifs listés et ayant soit une technologie inerte (modèle 1), soit une organisation peu évolutive (modèle 2).

c) Les résultats

Le tableau 6.8 donne les coefficients estimés au moyen des deux modèles. On observe que les changements d'organisation sont plutôt liés à la recherche de la qualité alors que les changements technologiques sont plus fortement associés à une stratégie de différenciation.

En effet dans le modèle 1, les trois catégories de changements organisationnels identifiés sont nettement corrélés à la recherche d'une qualité accrue. La catégorie marquée par un mouvement de technicisation (TYPO2) est celle où cette association est la plus forte ; puis vient l'orientation vers un modèle plus horizontal (TYPO1) et l'approfondissement de la logique hiérarchique (TYPO3). Par ailleurs, TYPO1 est la catégorie de changements organisationnels qui est associée au plus grand nombre

d'objectifs différents : l'accroissement de la différenciation, l'adaptation à une restructuration, la réduction des stocks sont trois autres objectifs qui lui sont positivement corrélés et de manière moins significative, la réduction des délais et l'accroissement de la durée d'utilisation des équipements. TYPO2 présente la particularité de ne pas être un modèle adapté à une réduction d'effectifs.

Dans le modèle 2, les coefficients les plus élevés et les plus significatifs relient l'objectif d'accroître la différenciation ou le rythme de renouvellement des produits aux classes de forts changements technologiques (TECH1 et TECH 3). Rappelons que celles-ci correspondent à la mise en place de plusieurs systèmes assistés par ordinateur alors que TECH2 est marquée par l'usage de robots ou de MOCN seuls. Un autre objectif est associé aux investissements en technologie de l'information : l'accroissement de la durée d'utilisation des équipements. Comme l'objectif de différenciation, il joue surtout sur la probabilité d'avoir introduit beaucoup de systèmes assistés par ordinateur. L'introduction des technologies de l'information dans l'atelier apparaît donc associée à la gestion de plusieurs produits en parallèle et à une utilisation plus continue des équipements.

On observe aussi que les orientations vers des structures plus horizontales ainsi que vers la technicisation sont associées à un investissement important et diversifié en technologies au sein de l'atelier : toutes choses égales par ailleurs, TYPO1 et TYPO2, sont en effet associés à l'usage de robots ou de MOCN, surtout s'ils sont liés, et à l'introduction de la CFAO et de la GMAO. Il y a une complémentarité entre les changements technologiques et les changements organisationnels, lorsque ceux-ci sont d'une ampleur importante.

Ces résultats confortent l'interprétation élargie de notre modèle avec main d'œuvre homogène. C'est en cherchant à concilier un nombre plus grands d'objectifs

différents que les entreprises sont poussées à adopter des technologies plus flexibles, intégrant des technologies de l'information et à «horizontaliser» leur structure en donnant plus de responsabilités à la main d'œuvre directe. Notamment, c'est la recherche simultanée de la différenciation des produits et de la qualité qui semble être au cœur des changements les plus importants qui transforment les entreprises industrielles.

Par ailleurs, la taille apparaît comme un élément déterminant des choix d'organisation et de technologie. L'orientation vers une structure plus horizontale (TYPO1) est plutôt le fait de grandes entreprises ; néanmoins, les très grandes entreprises ont une probabilité plus faible d'avoir fait ces changements que les « grandes PMI » (200 à 499 salariés) et, surtout, que les entreprises de 500 à 999 salariés qui semblent en être le terrain d'élection. En revanche, les entreprises marquées par la technicisation (TYPO2) sont plus souvent des PMI (entre 50 et 500 salariés) que des grandes entreprises. Alors que celles-ci vont avoir tendance à responsabiliser les opérateurs pour accroître leur qualité, celles-là vont plutôt opter pour la technicisation en élargissant la sphère d'intervention des spécialistes. Enfin, la taille n'est pas un élément déterminant dans le fait d'appartenir à TYPO3.

Le fait que les structures les plus horizontales ne correspondent pas aux plus grandes entreprises tout en étant positivement corrélées à la taille est conforme à notre modèle à main d'œuvre homogène. Par contre, il est surprenant que les entreprises qui approfondissent la logique hiérarchique ne soient pas typées en terme de taille. Il aurait été cohérent avec les prédictions concernant la taille que nous avons rassemblées que ces entreprises soient plutôt de grandes entreprises. Enfin, notre interprétation de TYPO2 comme des petites entreprises en forte croissance est confortée par la corrélation négative de cette classe avec nos classes de taille.

Avoir entre 50 et 199 salariés (situation de référence des deux modèles) correspond à une probabilité faible d'avoir changé sa technologie. Chaque catégorie de changements technologique est associée à une classe de taille spécifique. Les changements les plus divers (TECH1) se rencontrent plus souvent dans les entreprises de plus de 1000 salariés, et la probabilité d'avoir réalisé ce type de changements décroît lorsque la taille diminue. L'usage de robots ou MOCN seuls (TECH2) est associé aux entreprises de 500 à 999 salariés et, dans une moindre mesure, aux entreprises de 200 à 499 salariés. La probabilité de se trouver dans ce type de configuration n'est en revanche pas plus élevée dans les très grandes entreprises que dans les petites PMI. L'acquisition de beaucoup de systèmes assistés par ordinateur lorsque l'entreprise n'utilise ni robot, ni MOCN (TECH3) semble, quant à elle, être une solution technique propre aux grandes PMI (de 200 à 499 salariés).

Ce lien entre diffusion des nouvelles technologies et taille de l'entreprise a déjà été souligné par d'autres enquêtes (OCDE, 1989). Il pourrait s'expliquer, ici, par un biais de mesure : en effet, l'information collectée par l'enquête porte plus sur l'existence d'un changement donné que sur son intensité. Or la probabilité de l'existence d'un changement croît souvent avec la taille. D'autres arguments peuvent cependant être avancés : les grandes entreprises sont mieux informées sur ces technologies, elles ont une gamme plus large d'applications possibles, leurs ressources financières sont plus importantes et leur accès à des compétences techniques spécifiques est plus aisé.

Enfin, les secteurs d'assemblage sont les plus typés en termes de choix organisationnels et technologiques. D'une part, l'appartenance aux industries d'assemblage et de la métallurgie augmente la probabilité de s'orienter vers une structure plus horizontale (TYPO1). Il en est de même de la chimie et des autres

produits minéraux non métalliques, mais beaucoup plus faiblement. Les deux autres classes de changements organisationnels ne sont pas associées à des secteurs particuliers.

D'autre part, les deux premières catégories de changements technologiques (impliquant l'usage de robots ou de MOCN) sont étroitement associées aux industries d'assemblage : machines et équipements, équipements électriques et électroniques et matériels de transport. On note cependant que le secteur de la métallurgie et du travail des métaux est aussi associé à ces catégories et que l'industrie du caoutchouc et des plastiques est associée à la catégorie TECH1. TECH3, en revanche, n'est pas du tout typée en termes de secteurs.

On retrouve la spécificité des industries d'assemblage, fabriquant des biens d'équipement. Ces secteurs s'opposent de manière marquée aux industries de biens de consommation, industries de main-d'oeuvre (textile-habillement, bois-ameublement, cuir-chaussure). Cette opposition, de nature traditionnelle, se maintient donc dans le temps. Ce constat peut aussi découler d'un biais de représentation dans le questionnaire. Les industries d'assemblage, et en particulier l'industrie automobile, sont les plus fortement explorées par les approches monographiques. Il devient dès lors moins surprenant que l'enquête parvienne à bien discriminer les changements à l'oeuvre dans ces secteurs. On peut néanmoins retenir que ces secteurs se caractérisent par une grande homogénéité des choix technologiques et organisationnels adoptés. Par ailleurs, l'orientation vers une structure plus horizontale ne se retrouve pas dans la totalité de l'industrie. Seuls les quelques secteurs supplémentaires qui viennent d'être listés dont la métallurgie et la chimie peuvent aussi se positionner dans ces termes mais de manière beaucoup moins nette.

Au total, grandes et petites entreprises industrielles s'opposent. Pour accroître leur compétitivité, les grandes entreprises investissent conjointement dans des technologies de pointe et des réorganisations profondes au travers desquelles elles apprennent à mieux maîtriser leur fonctionnement interne. Les petites entreprises accèdent moins souvent aux nouvelles technologies et, lorsqu'elles les introduisent, elles opèrent des changements organisationnels propres à accroître leurs compétences techniques spécifiques. La petite entreprise qui cherche à se moderniser doit donc apprendre, non pas à se connaître mais à connaître et à maîtriser son environnement : accès à une information sur les nouvelles technologies, à des compétences spécifiques, à des sources de financement.

4. Résultats empiriques : un bilan d'ensemble

L'utilisation de nos deux sources différentes conduit à des résultats qui ne se placent pas sur un même plan. Il est donc difficile de les comparer. Dans le chapitre I, nous avons émis l'hypothèse que les entreprises s'orientant vers un mode d'organisation plus « flexible » ou « horizontal » devaient être caractérisées par une intensité de la communication au sein de l'atelier plus forte et par une autonomie des ouvriers plus grande. N'ayant pas assez d'entreprises au croisement des deux sources, nous n'avons pas les moyens de vérifier cette hypothèse[126]. Nous ne pouvons donc commenter que la juxtaposition de nos deux ensembles de résultats.

Globalement, les prédictions des modèles recensés dans le tableau 6.5 ne sont pas contredites par nos résultats sur l'industrie manufacturière française. Notamment, l'enquête « changement organisationnel » conforte l'idée qu'au delà du choix d'une structure organisationnelle plus horizontale, les entreprises peuvent aussi tenter de

[126] La nouvelle enquête « Changements Organisationnels et Informatisation » (1997) permettra de la tester.

maintenir un logique hiérarchique en renforçant les compétences de l'encadrement. Ce modèle de changement est associé à une structure simple d'objectifs dont la maîtrise de la qualité est l'argument central et il n'est significativement corrélé ni avec la taille, ni avec l'usage de technologies avancées ce qui cadre moins bien avec la théorie.

Les données sur les entreprises et sur les salariés tendent à montrer une corrélation positive entre les compétences de la main d'œuvre directe, l'usage des technologies de l'information et un modèle d'organisation plus horizontal. En outre, l'enquête « changement organisationnel » tend à conforter notre hypothèse d'un lien entre ce mode l'organisation et la recherche d'objectifs multiples et partiellement contradictoires par l'entreprise.

Ces tests empiriques apportent aussi des résultats non anticipés. L'enquête TOTTO débouche sur des résultats plus nuancés que les prédictions quant aux effets de la complexité technologique. L'intensité capitalistique, l'usage des robots et des machines outil à commande numérique semblent liées à un modèle intermédiaire d'organisation des postes de travail marquée par des contraintes techniques et une communication multilatérale intenses. La logique verticale n'est pas fondamentalement remise en cause sur ces postes de travail, mais elle semble amendée par des formes institutionnelles d'échange d'informations, de type boîte à idées, cercle de qualité, groupe d'expression ou système de récompense des innovations.

De même la relation entre taille et organisation n'est pas linéaire. L'orientation vers un modèle plus horizontal est significativement corrélé à la taille, mais c'est pour les tranches de taille intermédiaires que la probabilité d'adopter ce type de

changement est la plus élevée. Du côté des salariés, la taille n'est clairement liée qu'à la communication multilatérale.

Enfin, l'enquête «changement organisationnel » identifie aussi un modèle de changements qui semble correspondre à des petites unités en forte croissance où les fonction se différencient par un recours croissant à des spécialistes. C'est notre modèle de « technicisation ».

Y a-t-il d'autres travaux, menés à partie d'autre enquêtes qui peuvent être comparés à nos résultats ? Dans notre chapitre I, nous avons évoqué un certain nombre d'autres enquêtes en France et à l'étranger. A notre connaissance, seules deux de ces enquêtes ont été utilisées afin de conduire une analyse multivariée des déterminants du changement organisationnel. Aucune ne recueille l'information au niveau des salariés. Il s'agit de l'enquête réalisée par Osterman en 1992 auprès de 875 établissements américains de plus de 50 salariés de l'industrie et des services marchands (Osterman, 1994) et de l'enquête EPOC (pour « Employee Direct Participation in Organizational Change ») réalisée en 1996 par la fondation de Dublin (fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail) auprès d'un échantillon de 5786 entreprises dans 10 pays Européens (OCDE, 1999). Le taux de réponse s'élève à 66% pour l'enquête de Osterman et il varie de 9% (Espagne) à 38% (Irlande), autour d'une moyenne de 21% pour l'enquête EPOC.

Osterman (1994) ne mesure pas directement le changement organisationnel. Il mesure la part de la main d'œuvre du cœur de métier[127] de l'établissement impliquée dans quatre dispositifs organisationnels particulièrement innovants au moment de l'enquête : le travail en équipes autonomes (« self directed work teams »), la rotation

[127] Voir chapitre I, section A-2-c.

sur plusieurs postes de travail (« job rotation »), les groupes de résolution de problèmes (« employee problem solving groups or quality circles ») et les démarches de qualité totale (« Total Quality Management »). Il construit trois indicateurs qui caractérisent l'établissement : une indicatrice qui signale si 50% de la main d'œuvre du cœur de métier est impliquée dans au moins une des pratiques, un indice qui correspond à la coordonnée de l'entreprise sur le premier axe d'une analyse en composantes principales construite avec les quatre variables d'organisation et une variable qui donne le nombre de pratiques représentant plus de 50% de la main d'œuvre du cœur de métier. Les exogènes du modèle regroupent 10 dimensions explicatives.

Trois de ces dimensions recoupent des variables que nous avons utilisées dans nos estimations : la taille de l'établissement (5 modalités), une indicatrice signalant si la main d'œuvre du cœur de métier est de qualification élevée (sachant que dans l'industrie elle est principalement composée des ouvriers) et une indicatrice signalant si l'entreprise a une stratégie axée sur les coûts (« low road ») ou sur la qualité, la variété et les services (« high road »). La probabilité d'un usage étendu d'un ou de plusieurs dispositifs organisationnels parmi les 4 mesurés augmente lorsque l'établissement choisit une stratégie associée à une pluralité d'objectifs et lorsque la main d'œuvre du cœur de métier est très qualifiée. Ces deux résultats concordent avec nos résultats.

L'effet de la taille est, par contre, opposé à celui que nous obtenons : la fréquence du recours aux dispositifs organisationnels nouveaux est plus élevée dans les petits établissements (50 à 499 salariés) que dans les établissements de 500 à 999 salariés. Mais ces différences sont difficile à interpréter car, d'une part, nous comparons des données françaises sur les entreprises à des données américaines sur les établissements, d'autre part les variables endogènes américaines décrivent

l'étendue d'usage d'un ensemble de pratiques alors que les variables endogènes françaises mesurent l'adoption de pratiques nouvelles ou l'existence de changements qualitatifs dans l'organisation. A la faveur du premier argument, notons que l'appartenance de l'établissement à une entreprise multi-établissements est corrélée positivement à l'usage des nouveaux dispositifs organisationnels.

Parmi les six autres dimensions explicatives, deux seulement sont significativement et positivement associées aux pratiques innovantes : la présence de l'établissement sur des marchés internationaux et le fait que le répondant déclare que l'entreprise valorise et se sent responsable du bien être du personnel. Le premier résultat est interprété en terme de savoir : lorsque l'on est sur des marchés internationaux, on est plus au courant des dernières nouveautés managériales. Le second résultat évoque le rôle de la culture d'entreprise : les entreprises qui se représentent comme une communauté ou une famille adoptent plus facilement des dispositifs participatifs.

Enfin, le degré de concurrence sur les marchés, l'âge de l'établissement, la présence d'un syndicat, la recherche du profit à court terme ou de l'investissement à long terme ne sont pas significativement corrélés aux mesures organisationnelles.

Dans l'enquête EPOC, un ensemble de questions cherchent à cerner si l'entreprise a adopté ou étendu d'usage de dispositifs organisationnels nouveaux pendant les trois dernières années. Ces mesures sont donc plus proches des nôtres, mais la période considérée est plus courte (trois ans plutôt que cinq ans) et plus récente (1988-1993 dans un cas, 1993-1996 dans l'autre). L'étude empirique de l'OCDE (OCDE, 1999) considère quatre de ces dispositifs : l'aplatissement des structures de décision (« flattening of management structures »), l'implication plus grande des employés de première ligne (« involvement of lower level employees »),

une organisation du travail centrée sur l'équipe (« team-based work organization ») et la rotation sur plusieurs postes de travail (« job rotation »). Cinq modèles logit simples et un modèle logit univarié sont estimés, qui expliquent chacune des variables dichotomiques de changement, l'existence d'au moins un changement et le nombre de changements. Les variables exogènes sont à la fois différentes des nôtres et de celles d'Osterman car elles mettent beaucoup plus l'accent sur des aspects institutionnels. Outre le pays d'implantation (10 pays), la taille de l'entreprise (5 modalités) et le secteur industriel (6 groupes de secteurs), les modèles intègrent l'appartenance au secteur privé ou public, l'existence d'un accord de négociation collective (« collective bargaining agreement »), la présence d'un comité d'entreprise (« presence of works councils »), l'existence d'une concurrence internationale, une indicatrice précisant si la main d'œuvre du cœur de métier est ouvrière et cinq indicatrices décrivant la complexité des postes de travail à partir de mesures tirées d'échelles de Likert où 1 signifie l'accord total avec la description donnée et 5 le désaccord total. Les cinq descriptions du contenu des emplois sont les suivantes : le travail implique des tâches variées, le rythme de travail est indépendant de la technologie, le travail repose essentiellement sur une activité d'équipe, une niveau de qualification élevé est nécessaire et les nouvelles recrues doivent être formées. Les indicatrices prennent la valeur 1 si la réponse 1 ou 2 a été cochée par l'entreprise.

La taille, le secteur et l'indicatrice sur la qualification sont les seules variables communes avec nos estimations. La probabilité d'avoir adopté un changement et le nombre moyen de changements sont positivement liés à la taille de l'entreprise. Le secteur ne semble pas affecter sensiblement les fréquences. L'industrie n'apparaît marquée par rapport aux services que par une tendance plus forte à pratiquer la rotation sur plusieurs postes de travail. Enfin, les entreprises ayant des postes de travail plus qualifiés ont une probabilité plus forte d'avoir baissé le nombre de

niveaux hiérarchiques, d'avoir introduit une organisation du travail centrée sur l'équipe et d'avoir adopté un nombre plus élevé de pratiques. Ces trois résultats convergent avec les nôtres.

Parmi les autres variables prises en compte dans les estimations, l'existence de relations professionnelles actives (accord et comité d'entreprise), la concurrence étrangère et la complexité des postes de travail (mesurée par le nombre de tâches et par la nécessité de former les nouvelles recrues) favorisent les changements organisationnels. Le premier résultat s'oppose à ce que trouve Osterman sur la présence syndicale pour les Etats-Unis tandis que le second est concordant avec l'effet de l'indicatrice de présence sur des marchés étrangers. Le changement organisationnel est insensible à l'appartenance au secteur privé ou public et au rôle de la technologie dans la fixation du rythme de travail.

Enfin, une fois que l'on tient compte de tous ces facteurs, les disparités entre pays dans le recours aux différents types de changement restent importantes. De fait, une large partie de la variance reste inexpliquée par la liste de variables que nous venons d'examiner.

Tableau 6.1 : Incertitude et changements organisationnels

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum			Condition sur les paramètres
Théorie des équipes				
Carter (1995) Chap. III B-1a Tableau 3.3	Occidental versus juste-à-temps	Routine< firme dominée par le marketing	b : coûts c : demande o : coût d'organisation	$\sigma_b^2 / 2\nu_a > o_{dm} - o_r$ $\sigma_c^2 / 2\nu_a > o_{tm} - o_{dm}$
	Occidental versus qualité totale	Routine< mise en commun de l'information		$\frac{\sigma_b^2}{2\nu_a} + \frac{\sigma_c^2}{2\nu_a} > o_{mci} - o_r$
Aoki (1986) Chap. III B-1b Tableau 3.4	Hiérarchique versus horizontal	Hiérarchique= pondération contrôle imparfait/ contrôle à rationalité limitée Horizontal= coordination quasi horizontale(QH) ou coordination horizontale imparfaite (HI) Hiérarchique < horizontal		u_i = aléas sur les coûts v_i = erreur du hiérarque $Cov(u_{it}, u_{it+\Delta}) = e^{-\vartheta\Delta}\Sigma_{it}$ $var(v_i)=\gamma var(u_i)$ $\frac{e^{-2\vartheta\Delta}}{1+\gamma} < G_h$, h = QH ou HI
Itoh (1987) Chap. III B-1b	Responsable d'atelier spécialiste → généraliste	h*(x)=capacité de traitement de l'information optimale $\in \left[-\sqrt{M}, \sqrt{M}\right]$ M : degré de généralité de h*(x) $M = \sigma_X^2(\ln B - \ln \sigma_X^2)$ $C^*(\sigma_X^2, \sigma_Y^2) = C(h^*)$		$h^*(0)$ décroit en σ_X^2 $M'_{\sigma_x^2} > 0$ si $\sigma_X^2 < B/e$ $M'_{\sigma_x^2} < 0$ si $\sigma_X^2 > B/e$ $\forall \sigma_X^2$, $C^{*'}_{\sigma_v^2} > 0$ $\forall \sigma_Y^2$ et $\sigma_X^2 < B/e$, $C^{*'}_{\sigma_x^2\sigma_v^2} > 0$
Aoki (1990a) Chap. III B-1b Tableau 3.4	Routine → Modèle de participation	T : cycle complet de production t_1 : amélioration de la capacité de traitement de l'information des ateliers (apprentissage) $\overline{t_2}$: communication entre les ateliers, durée fixée *a priori* t_3 : production, σ_i^2 : variance des u_i ϑ : volatilité des u_i		$Cov(u_{it}, u_{it+T}) = e^{-\vartheta T}\Sigma_{it}$ $T = t_1 + \overline{t_2} + t_3$ Routine : $t_1 + \overline{t_2} = 0$ Modèle de participation : $t_1>0$ $\frac{\partial t_1^*}{\partial \sigma_i^2} > 0$ $\frac{\partial t_1^*}{\partial \vartheta} < 0$
Crémer (1990) Chap. III B-1c Tableau 3.5	Common knowledge versus information différenciée	Equipe de deux individus : (i,1), (j,2), ½ : catégories γ : paramètre lié aux individus i/j Différencié (D) : i observe i et 2, j observe j et 1, Indifférencié (ID) : i et j observent 1 et 2 D<ID		$\omega(u,x) = A(x_i^1 + x_j^2) - \frac{B}{2}(x_i^1 + x_j^2)^2$ $-\frac{C}{2}(x_i^1 - x_j^2)^2$, $A = A^1 + \gamma_i^1 + A^2 + \gamma_j^2$ ID insensible aux changements de σ_γ^2. Si $\sigma_\gamma^2 \uparrow$, le gain de D peut $\downarrow$ qd. C grand
Crémer (1980) Chap. III B-2a Tableau 3.6	Forme U → forme M	Contrôle parfait au sein des services, imparfait entre les services. Une partition en services vise à pondérer ces deux types de contrôle de façon optimale en minimisant la variabilité des transferts inter-services affectés par l'incertitude sur les coûts et la demande		Tout changement dans l'incertitude qui n'affecte pas de manière identique l'ensemble des ateliers affecte la partition optimale de la firme en services.

Tableau 6.1 : Incertitude et changements organisationnels (suite)

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum			Condition sur les paramètres
Théorie des équipes				
Géanakoplos et Milgrom (1991) Chap. III B-2b Tableau 3.6	Routine → Hiérarchie régulière	n: nombre de managers (M), p : étendue du contrôle, B : coefficient technique, r : précision de l'aléas sur les coûts, $\alpha\bar{t}/p$: précision de l'observation du manager, η : structure d'information		$V(\eta_M)=\frac{(p-1)B\beta}{r(p+\beta)}, \beta=\frac{\alpha\bar{\tau}}{r}$ $\frac{\partial p^*}{\partial r}>0,\ \frac{\partial^2 V}{\partial\beta\partial r}<0,$
Théories du traitement de l'information				
Sah et Stiglitz (1985) Chap. IV B-1 Tableau 4.2	Hiérarchie versus polyarchie	Hiérarchie : unanimité Polyarchie : une seule voix suffit Q : qualité des projets H < P	x dichotomique α : proportion de bon projets de rendement x_1, P_1 : probabilité d'accepter un bon projet Mauvais projets : $1-\alpha$, $-x_2$, P_2	$Q=\frac{\alpha x_1}{(1-\alpha)x_2}$ $Q>\frac{P_2(1-P_2)}{P_1(1-P_1)}$
Sah et Stiglitz (1986) Chap. IV B-2 Tableau 4.2			x continu + filtre linéaire $P(x)=P(E(x))+P_x(x-E(x))$	$P(E(x))(1-P(E(x))E(x)+$ $(1-2P(E(x))Px(E(x))Var(x)>0$
			x dichotomique +filtre endogène : $y=x+\theta$, θ : erreur $P(x,R)=Prob(y\geq R)$	$\frac{\partial R^*}{\partial Q}<0$ pour H et P
Sah et Stiglitz (1988) Chap. IV B-2 Tableau 4.2	Comité unanime → comité à 1 voix	Comité : k voix nécessaires, x discret k = n hiérarchie, = 1 polyarchie H<C<P (avec des coûts d'évaluation et des délais sans effet sur la performance)		$\frac{\partial k^*}{\partial Q}<0$ Q grand
Keren et Levhari (1989) Chap. IV D-1a Tableau 4.1	Hiérarchie pointue → Hiérarchie plate	Langage naturel M. Chaque niveau hiérarchique h agrège l'information en la traduisant dans un langage moins riche (a_h). Ce travail de codage génère des erreurs (V) mais permet de maîtriser les délais (D), ce qui affecte l'output Y q_0 : nombre de travailleurs directs, Q : nombre d'administratifs Hiérarchie régulière		$a_h=\frac{m_{h-1}}{m_h}$ $Y=F(q_0,D,V)$, $\theta=F'_D/F'_V$ $\uparrow M$ (q_0, θ constant) $\Rightarrow$ $m_{H-1}\downarrow$, $a_h\uparrow$ (si $g_{am}=0$) $s_h\uparrow$, H et Q $\downarrow$, D et V $\uparrow$
Radner (1993) Chap. IV D-1b Tableau 4.3	Hiérarchie efficience versus hiérarchie régulière	Traitement de l'information en batch n = nombre d'items à traiter r : nombre de processeurs HE : hiérarchie efficiente PPT : hiérarchie régulière		Hiérarchie efficience : $r^*=n/2$, $d(r^*,n)=1+\lceil\log_2 n\rceil$ n grand $\Rightarrow$ HE $\cong$ PPT
Radner (1993) Radner et Van Zandt (1992) Chap. IV D-2a Tableau 4.4	Réseau ETR versus réseau PPO	Traitement de l'information en temps réel T = cadence d'arrivée des nouvelles cohortes de n items ETR : adaptation de HE à T PPO : adaptation de PPT à T P_{ETR} : nombre de processeurs optimal du réseau ETR, P_{PPO} idem pour PPO		n grand $\Rightarrow$ délai d'un PPO optimal > délai d'un ETR (qd. $P_{ETR}=P_{PPO}$). $\neq$ ≥ 2 et $\rightarrow 1$ quand T grand.

Tableau 6.1 : Incertitude et changements organisationnels (suite)

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum		Condition sur les paramètres
L'organisation comme facteur de production			
Otani (1994) **Chap. V A-2**	Manager ignorant → manager informé	K : nombre de machines utilisées q qualité des machines, var(q) variance de q. Le manager investit le temps t(K) dans l'apprentissage de q pour choisir n_q, le nombre optimal de travailleurs par machine de qualité q manager ignorant < manager informé	$F_q(1,n) = q\sqrt{n}$ t''(K)<0 et Kt''(K)/t'(K) non décroissant en K $\frac{p_K r\, var(q)}{Eq^2} > \frac{(1-\alpha)w(1-(1/a))}{rK^*}$
Prescott et Visscher (1980) **Chap. V A-3**	Durée faible sur une tâche filtre → durée forte	θ : habileté naturelle des travailleurs var(θ) variance de cette habileté 3 tâches : 1 dont le résultat est insensible à θ mais où on peut l'observer, et 1 où il faut θ faible, l'autre où il faut θ fort. 1 : tâche filtre, n durée sur θ qui apporte n observations	$C(n)=c-A\,\frac{n}{1+n\,var(\theta)}$
Meyer (1994) **Chap. V A-3**	« No sharing » versus « Junior sharing »	Deux projets A, B, deux individus a, b de deux générations, junior et senior aptitudes (η) et difficulté des projets (ε) incertaines. NS : juniors spécialisés par projet, JS : rotation des juniors sur A et B	NS mode < JS mode var(Δη)>var(Δε)
L'organisation façonneuse de complémentarités technologiques			
Athey et Schmutzler (1994) **Chap. V B-4b** **Encadré** **« exemple 3 »**	Spécialisation → intégration	Fonction de production présentant une complémentarité cardinale : x_i : variable de décision (i ∈ [1,n]), t_j : paramètre (j ∈ [1,m]) $\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \geq 0,\ \forall i \neq j \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial t_j} \geq 0,\ \forall i,\ \forall j$ 3 types d'investissement : f (flexibilité des machines et des personnes), c (collecte d'information), i (intégration)	Un accroissement de l'instabilité de l'environnement (γ) pousse la firme à accroître simultanément ses investissements en f, c et i

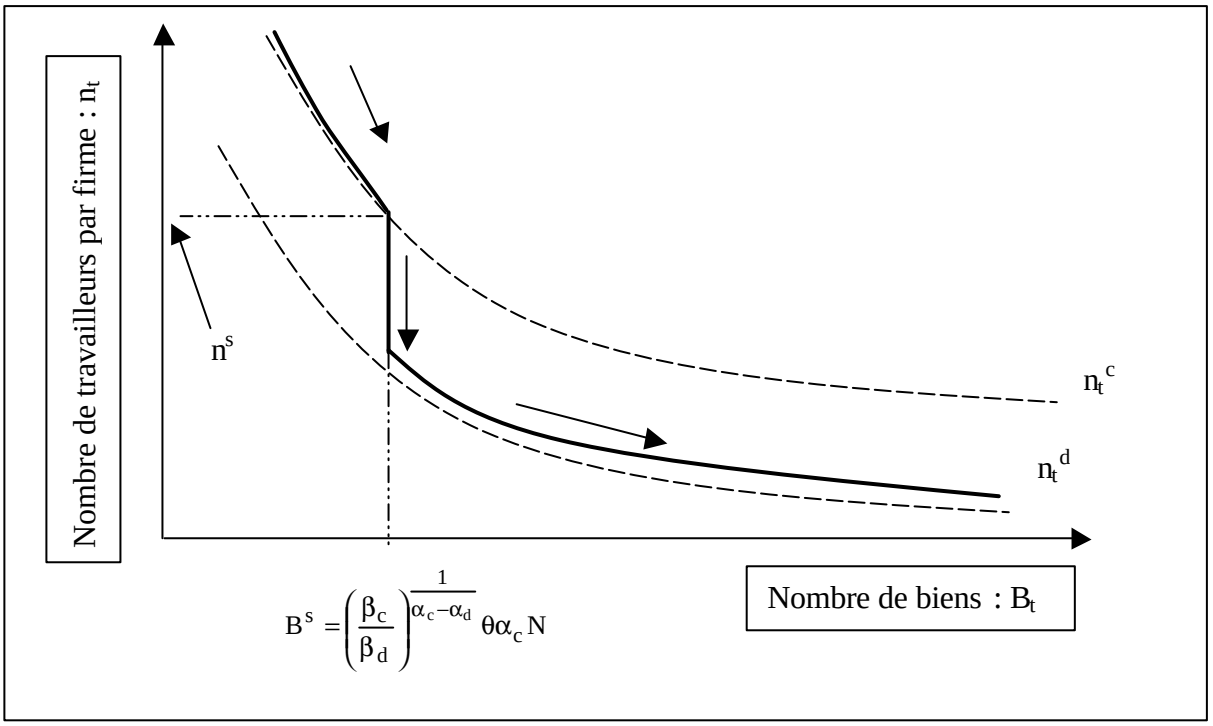
Tableau 6.2 : Technologie et changements organisationnels

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum			Condition sur les paramètres
Théorie des équipes				
Aoki (1986) Chap. III B-1b Tableau 3.4	Horizontal versus hiérarchique	Hiérarchique= pondération contrôle imparfait/ contrôle à rationalité limitée Hiérarchique < horizontal	Horizontal= coordination quasi-horizontale (QH) ou HI, h= QH ou HI	Δ : délai d'adaptation γ : degré d'imprécision hiérarchiques $\frac{e^{-2\vartheta\Delta}}{1+\gamma} < G_h$
	Hiérarchique versus horizontal		Horizontal= coordination horizontale imparfaite (HI) Bi : matrice des coefficients techniques de l'atelier i	(i=1..n) B_i moins fortement dominante diagonale
Crémer (1980) Chap III B-2a Tableau 3.6	Forme U $\rightarrow$ forme M	Contrôle parfait au sein des services, imparfait entre services. Partition en services endogène.		B_J : matrice des coefficients techniques des services Courbure du coût de J faible
Crémer (1990, 1993) Chap. III B-1c Tableau 3.5	Common knowledge versus information différenciée	Différencié (D), Indifférencié (ID) A : paramètre incertain C : impact de la coordination sur les coûts B : impact de l'incertitude sur les coûts D>ID		$\omega(u,x) = A(x_1 + x_2)$ $-\frac{B}{2}(x_1+x_2)^2 - \frac{C}{2}(x_1-x_2)^2$ B > C
Théories du traitement de l'information				
Sah et Stiglitz (1988) Chap. IV B-2 Tableau 4.2	Comité à 1 voix $\rightarrow$ comité unanime	Comité : k voix nécessaires, x discret k = n hiérarchie, = 1 polyarchie n = taille du comité e = coût marginal d'évaluation dans un comité		$\downarrow\uparrow e \Rightarrow$ $n^* \uparrow k^* \uparrow$
Williamson (1967) Chap. IV C-1b Tableau 4.1	Hiérarchie plate $\rightarrow$ hiérarchie pointue	H : hauteur de la hiérarchie, s : étendue du contrôle, a : fraction du travail fait par le subordonné qui contribue aux objectifs du supérieur hiérarchique		0<a<1, $\frac{\partial H^*}{\partial a} > 0$ a=1, $H^* \rightarrow +\infty$
Calvo et Wellicz (1978) Chap. IV C-2b Tableau 4.1		a est le produit d'une technologie imparfaite de supervision. e_h : effort d'un travailleur au niveau h q_h : nombre de travailleurs du niveau h		$e_h = f\left(\frac{e_{h+1}q_{h+1}}{q_h}, w_h, e_{h+1}\right)$ a= max(e_h)
Kennedy (1994) Chap. IV D-1a	Traitement séquentiel Versus Traitement parallèle	TP : 2 niveaux hiérarchiques, n analystes en ‖ TS : n analystes en séquence — — Problème de complexité décroissante à traiter. TS permet une spécialisation, TP est associé à des coûts de communication faibles. Ici TP est considérée comme plus « plate » que TS		Les technologies de l'information favorisent TP si elles diminuent les gains de spécialisation dans le traitement de l'information et/ou augmentent les coûts de communication
Radner (1993) Chap. IV D-1b Radner et Van Zandt (1992), Chap. IV D-2a Tableaux 4.3 et 4.4	Différentes formes de réseaux efficients	Technologie de traitement de l'information : la lecture d'une donnée nouvelle prend 1 cycle, les coûts d'agrégation et de transmission des données sont nuls. En temps réel, les solutions recherchées sont celles qui chassent les temps morts		Les résultats sur les performances relatives de HE, PPT, ROSE, ETR, PPO s'appuient sur cette hypothèse
Bolton et Dewatripont (1994), Chap. IV D-2b Tableau 4.5	HE versus réseau en ligne d'assemblage (RLA) versus hiérarchie uniforme (HU)	Réseau stationnaire : chaque processeur fait toujours la même tâche, un même réseau traite toutes les cohortes. Spécialisation : τ = temps de réalisation d'un traitement, décroît avec sa fréquence r, $c(n_i)$: coût de communication d'un rapport agrégeant n_i items		$\tau = \tau(\kappa), \tau'(\kappa) < 0, \tau''(\kappa) \geq 0$ $c(n_i) = \tau(\kappa)[\lambda + an_i]$ a>0 : HE n'est pas efficiente baisse de λ ou a $\Rightarrow$ hiérarchie plus plate.

Tableau 6.2 : Technologie et changements organisationnels (suite)

L'organisation comme facteur de production spécifique			
Otani (1996) **Chap V A-2**	Manager ignorant → manager informé	K : nombre de machines par entreprise q qualité des machines, var(q), variance de q nq nombre optimal de travailleurs par machine de qualité q	Le manager organise une expérience pour déterminer la qualité des machines et choisir n_q
L'organisation façonneuse de complémentarités technologiques			
Carmichael et MacLeod (1993) **Chap V B-1c**	« Single skilling » versus « multi skilling »	2 tâches A et B, complémentaires. C_A et C_B : coût de formation sur chacune des tâches. $d\upsilon_A$: choc asymétrique qui accroît la productivité marginale de A. Innovation de procédé : choc asymétrique, innovation de produit : choc symétrique	Dans SS, les salariés résistent au choc alors que dans MS, ils l'acceptent.
Lindbeck et Snower (1996) **Chap. V B-1c**	« Multiple task » versus « single task »	2 types de main d'œuvre i=1 et 2 et deux types de tâches j= A et B. 1 a un avantage comparatif pour A par rapport à B : $e_{1A}/e_{1B}>e_{2A}/e_{2B}$, τ_{ij} temps passé par i sur la tâche j. Gains de spécialisation : $e_{ij} = e_{ij}(\tau_{ij})$, $\partial e_{ij}/\partial\tau_{ij}>0$ Complémentarité informationnelle : $\partial e_{ij}/\partial(1-\tau_{ij})>0$ Complémentarités technologiques entre tâches : $\partial^2F/\partial N_A\partial N_B$, $\partial^2F/\partial N_B\partial N_A$	Si la complémentarité informationnelle est renforcée (au détriment des gains de spécialisation) ou si les complémentarités technologiques entre tâches deviennent plus fortes alors MT>ST
Kremer (1993) **Kremer et Maskin (1996)** **Chap. V B-1c**	Pas de changement organisationnel mais une famille de fonctions : O'rings	$y = (\Pi_{i=1}^{n} q_i^{e_i})nB$, q_i : compétence ou qualification de l'individu i dans la tâche i. Complémentarité entre les tâches i : $\partial^2 y/\partial q_i \partial \prod_{j\neq i} q_j > 0$	Un choc sur les e_i affecte la structure des qualifications interne à la firme.
Milgrom et Roberts (1988) **Chap. V B-4b** **Encadré** **« exemple 1 »**	Production sur stock versus production à la commande	Fonction de production présentant une complémentarité cardinale : x_i : variable de décision ($i \in [1,n]$), t_j : paramètre ($j \in [1,m]$) $\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \geq 0, \ \forall i \neq j \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial t_j} \geq 0, \ \forall i, \ \forall j$	Les TIC (TFA) favorisent la production à la commande en réduisant m coûts de collecte d'informations sur la demande (sv, « set up costs »)
Milgrom et Roberts (1990, 1992) **Chap. V B-4b** **Encadré** **« exemple 2 »**	Ancien modèle industriel versus nouveau modèle industriel		La DAO, CAO, CFAO réduit d (coût d'amélioration d'un produit), la GPAO et les TFA réduisent s, e (coûts de lancement) et w (gaspillage)

Graphique 6.1 : Diversité des biens et changements organisationnels



Graphique 6.2 : Changements organisationnels et innovation de produit

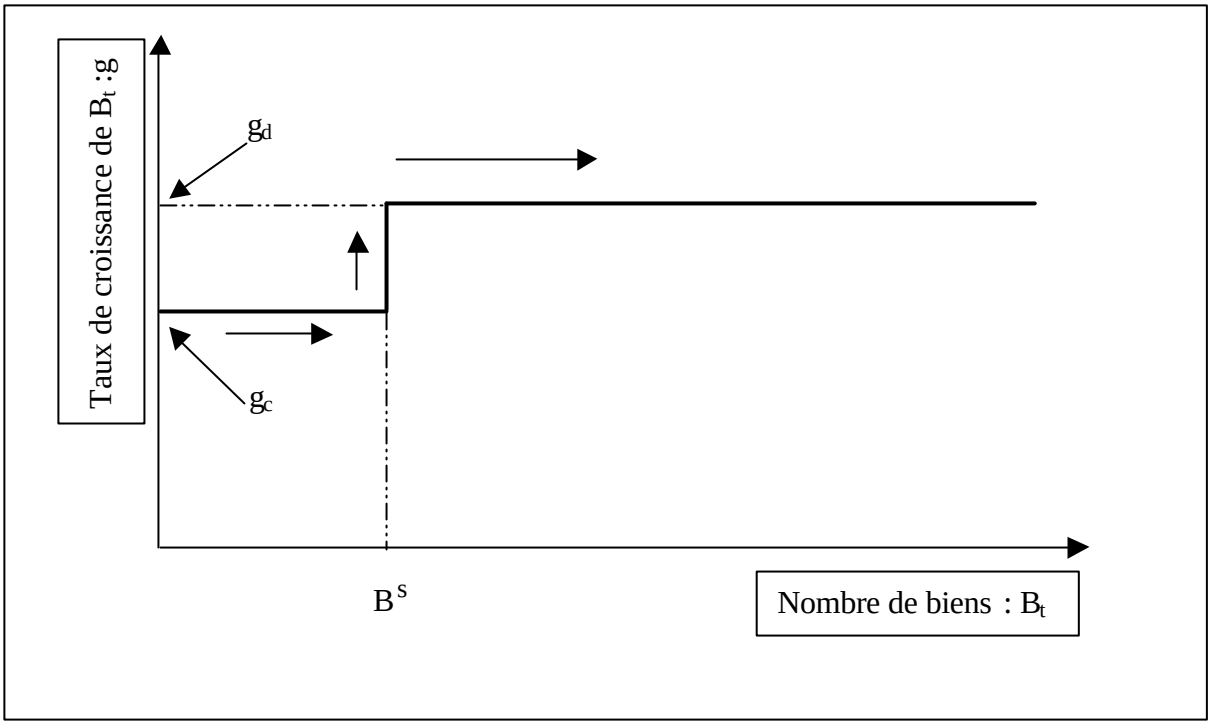


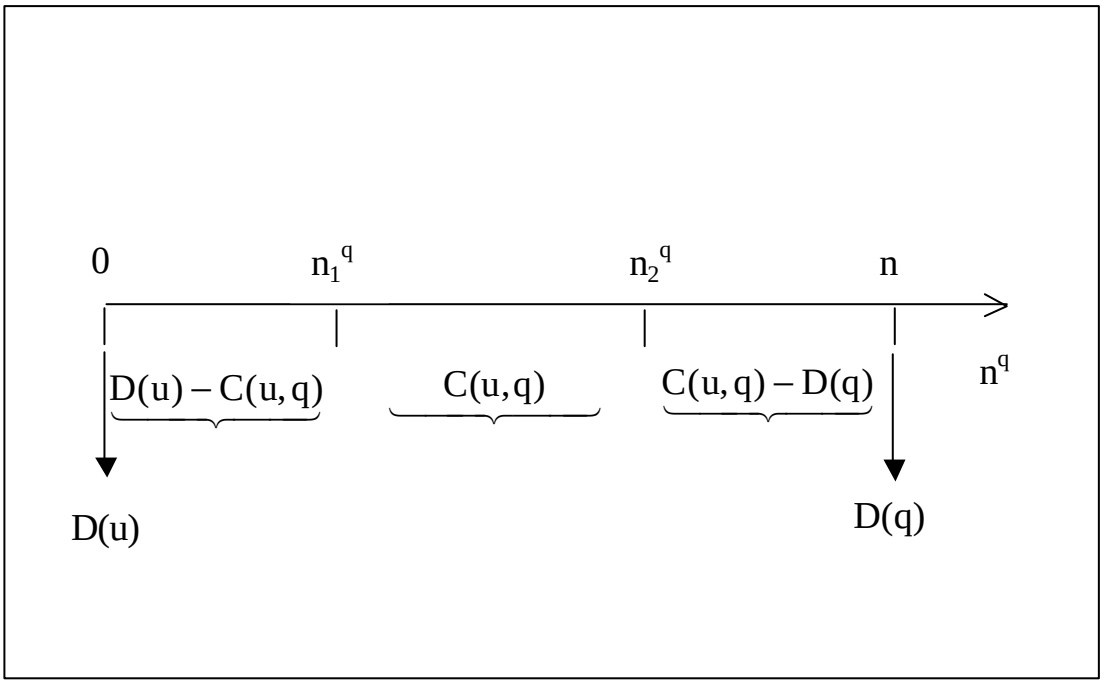
Tableau 6.3 : Compétences et changements organisationnels

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum		Condition sur les paramètres
Théorie des équipes			
Aoki (1986) **Chap. III B-1b** **Tableau 3.4**	Hiérarchique versus horizontal	Hiérarchique= pondération contrôle imparfait/ contrôle à rationalité limitée Horizontal= coordination quasi horizontale(QH) v_i erreur du hiérarque, $1/\beta$ capacité initiale des ateliers à identifier les chocs, k taux de « learning », δ facteur d'actualisation Hiérarchique < horizontal	u_i aléas sur les coûts $var(v_i)=\gamma var(u_i)$ $\theta=\delta/k$, ν fonction gamma $\frac{e^{-2\vartheta\Delta}}{1+\gamma} < \theta\beta^{-\theta}\nu(\theta,\beta)$
Aoki (1990a) **Chap. III B-1b** **Tableau 3.4**	Routine $\rightarrow$ Modèle de participation	T : cycle complet de production t_1 : amélioration de la capacité de traitement de l'information des ateliers (apprentissage) $\overline{t_2}$: communication entre les ateliers Routine : $t_1+\overline{t_2}=0$ Modèle de participation : $t_1>0$ h : précision des responsables d'atelier lorsqu'ils observent les chocs	$T=t_1+\overline{t_2}+t_3$ $\frac{\partial t_1^*}{\partial h(0)}<0$ $\frac{\partial t_1^*}{\partial h(+\infty)}>0$
Geanakoplos et Milgrom (1991) **Chap. III B-2b** **Tableau 3.6**	Petits services $\rightarrow$ Grands services	Processus de décision séquentiel, décomposition d'une cible de production α : compétence du manager = $(\alpha_1, \ldots\alpha_i, \ldots\alpha_n)$ α_i : capacité à collecter de l'information concernant l'atelier i. τ_i temps passé à traiter cette information…simplifié en : $\alpha\,\bar{t}$ /p : précision de l'observation du manager, p : étendue du contrôle,	Il y a des rendements croissants associés à la compétence des managers. Si la décision i doit être prise avant la décision j alors, il faut $\alpha_i \geq \alpha_j$. La valeur marginale de la compétence d'un manager est une fonction décroissante de r.
Théories du traitement de l'information			
Sah et Stiglitz (1988) **Chap. IV B-1 et 2** **Tableau 4.2**	Hiérarchie versus polyarchie	x dichotomique, i=1 ou 2, O= H ou P α : proportion de bon projets de rendement x_1, P_1 : probabilité d'accepter un bon projet Mauvais projets : $1-\alpha$, $-x_2$, P_2 $0<P2<P1<1$, (1-P1, P2) : propension a l'erreur ou qualité du management e= coût marginal d'évaluation, E^H, E^P : coût global d'évaluation dans une hiérarchie et une polyarchie	$\frac{\partial E^H}{\partial P_i}>0, \frac{\partial E^P}{\partial P_i}<0, \frac{\partial Q^O}{\partial P_i}>0$ $\frac{dn^{O*}}{dP_i}=\frac{\partial n^{O*}}{\partial P_i}+\frac{\partial n^{O*}}{\partial Q^O}\frac{\partial Q^O}{\partial P_i}$ $\frac{\partial n^H}{\partial P_i}>0 \begin{cases} si\ i=1\ et\ Q^H>1 \\ si\ i=2\ et\ Q^H<1 \end{cases}$ $\frac{\partial n^P}{\partial P_i}<0 \begin{cases} si\ i=1\ et\ Q^P>1 \\ si\ i=2\ et\ Q^P<1 \end{cases}$
	Comité unanime $\rightarrow$ comité à une voix	Comité : k voix nécessaires pour adopter un projet	$\frac{dk*}{dP_1}>0\,(<0)\,si\,Q>1\,(<1)$ $et\ P_2=1-P_1$
Calvo et Wellicz (1979) **Chap. IV D-1a**	Hiérarchie pointue $\rightarrow$ Hiérarchie plate	H : hauteur de la hiérarchie, hiérarchie régulière λ_h qualité d'un travailleur de niveau h, $\lambda_H=1$ P_h : degré optimal de supervision du niveau h	$\lambda_H^* > \lambda_{H-1}^*$, $P_h=\frac{\lambda_{h+1}q_{h+1}}{q_h}$, $P_h^* < P_{h-1}^*$ $\frac{w_h^*}{w_{h-1}^*} > \frac{\lambda_h^*}{\lambda_{h-1}^*}$

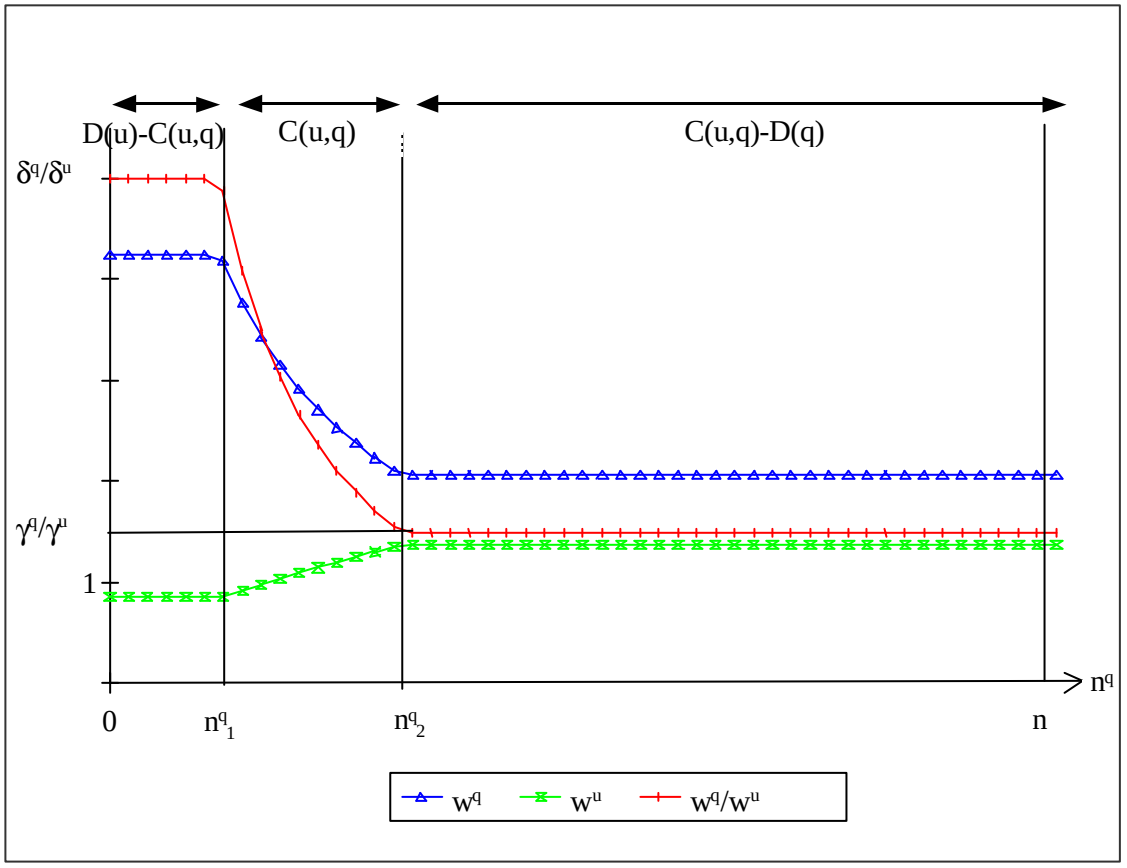
Tableau 6.3 : Compétences et changements organisationnels (suite)

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum		Condition sur les paramètres
Kennedy (1994) **Chap. IV D-1a**	Traitement parallèle versus traitement séquentiel	TP : 2 niveaux hiérarchiques, n analystes en ⎥⎥ pas de spécialisation, une seule compétence λ TS : n analystes en séquence — —, spécialisation sur une étape du traitement (i) des dossiers, compétences associée, λ_i Problème de complexité décroissante à traiter.	Dans TS, il est optimal de placer les analystes les plus compétents en début de séquence
L'organisation façonneuse de complémentarités technologiques			
Rosen (1982) **Chap. V B-1b**	Hiérarchie pointue → Hiérarchie plate	Un individu i est doté d'un vecteur de compétences ($\theta^i_0, \ldots \theta^i_h, \ldots \theta^i_H$) correspondant à sa productivité dans les tâches spécialisées qui caractérisent chaque niveau hiérarchique. Une fois embauché, il n'utilise que la compétence associé à son rang. On simplifie en ne considérant que 2 niveaux hiérarchiques : θ_1 : compétence du manager et θ^i_0 compétence des travailleurs directs, t_i : temps que le manager alloue à i. s : étendue du contrôle = $q0/\theta_1$	Le manager alloue son temps de manière à rendre le travail direct homogène, ce qui rend les compétences parfaitement substituables : $\frac{t_i}{\theta^i_0} = \frac{T}{\sum_{i=1}^{q_0} \theta^i_0} = \frac{T}{\Theta}, \frac{d \ln s}{d \ln \theta_1} \geq 0,$ $\frac{d \ln y_0}{d \ln \theta_1}, \frac{d \ln \Theta}{d \ln \theta_1}, \frac{d \ln \pi}{d \ln \theta_1} \geq 1$
Carmichael et MacLeod (1993) **Chap V B-1c**	« Single skilling » versus « multi-skilling »	2 tâches A et B complémentaire. Un salarié ne peut exécuter une tâche que s'il a reçu une formation spécifique, de coût C_A ou C_B	La pluri-compétence favorise la flexibilité face à un choc asymétrique.
Lindbeck et Snower (1996) **Chap. V B-1c**	« Multiple task » versus « single task »	2 types de main d'œuvre i=1 et 2 et deux types de tâches j= A et B. 1 a un avantage comparatif pour A par rapport à B : $e_{1A}/e_{1B} > e_{2A}/e_{2B}$	Si l'avantage comparatif des deux types de main d'œuvre pour les tâches A et B se réduit alors M>S.
Kremer et Maskin (1996) **Chap. V B-1c**	Pas de changement organisationnel mais une famille de fonctions : O'rings	$y = (\Pi_{i=1}^{n} q_i^{e_i})nB$, q_i : compétence ou qualification de l'individu i dans la tâche i. Complémentarité entre les tâches i : $\partial^2 y / \partial q_i \partial \prod_{j \neq i} q_j > 0$	Les compétences sont des substituts imparfaits. Quand la dispersion des qualifications augmente dans l'économie la dispersion des qualifications au sein des firmes diminue.
Milgrom et Roberts (1990, 1992) **Chap. V B-4b** **Encadré « exemple 2 »**	Ancien modèle industriel versus nouveau modèle industriel	Fonction de production présentant une complémentarité cardinale : x_i : variable de décision ($i \in [1,n]$), t_j : paramètre ($j \in [1,m]$) $\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \geq 0, \ \forall i \neq j \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial t_j} \geq 0, \ \forall i, \ \forall j$ 3 types d'investissements chez Athey et Schmutzler : f (flexibilité des machines et des personnes), c (collecte d'information), i (intégration)	Une abondance plus grande de travailleurs « flexibles », c'est-à-dire polyvalents et capable de modifier l'ordre de leurs priorités favorise le nouveau modèle.
Athey et Schmutzler (1994) **Chap. V B-4b** **Encadré « exemple 3 »**	Spécialisation versus coordination		L'investissement en formation et en qualification des travailleurs fait partie des investissements de flexibilité.

Graphique 6.3 : Niveau de la main d'œuvre qualifiée et changements organisationnels



Graphique 6.4 : Profil des salaires relatifs



Graphique 6.5 : Equilibre organisationnel

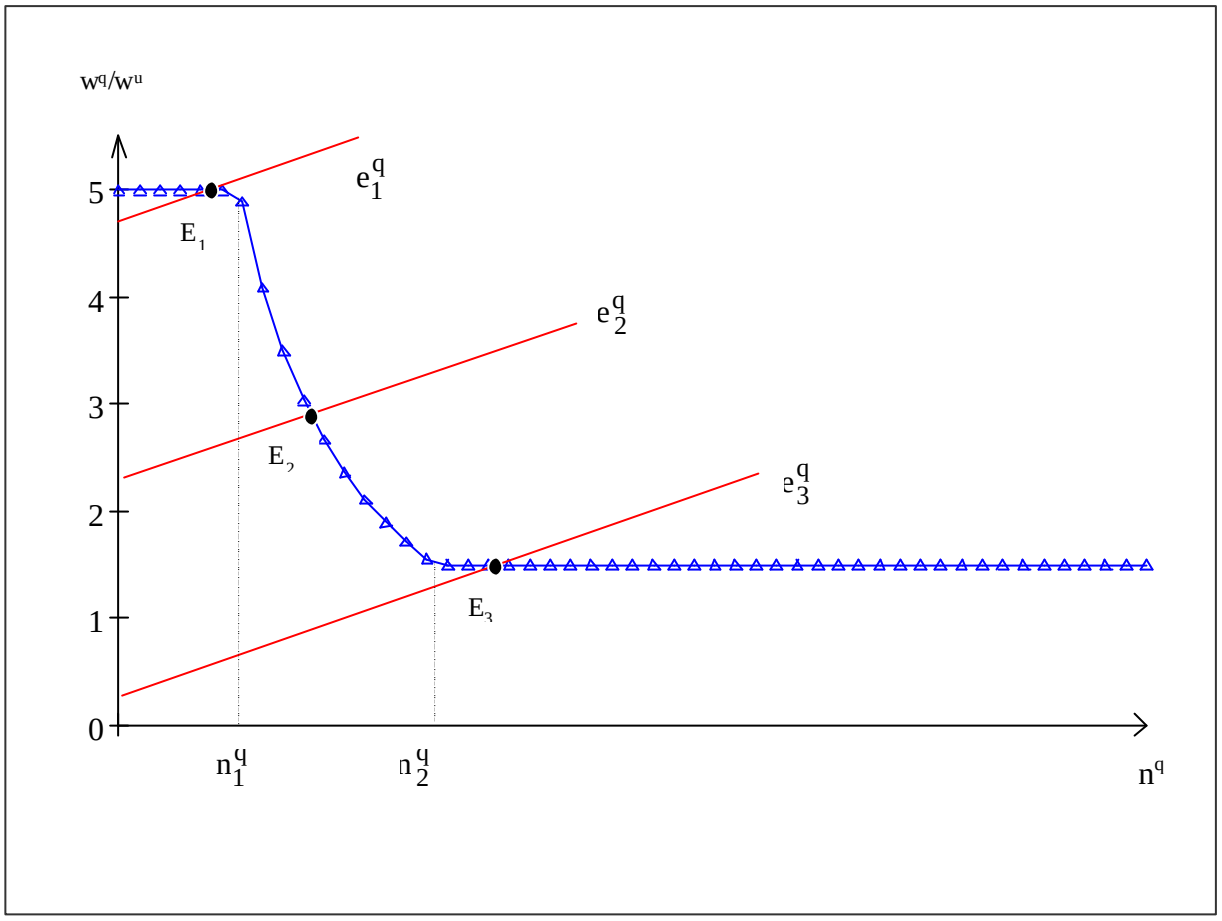


Tableau 6.4 : Taille et changements organisationnels

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum			Condition sur les paramètres
Théorie des équipes				
Crémer (1993) Chap. III B-1c Tableau 3.5	Information différenciée versus Common knowledge	Taille exogène (m) m = nombre de membres dans l'équipe. A paramètre incertain. Chaque i observe n VA pour identifier A. ID : n VA identiques Différencié (D) : n VA différentes D<ID		$\omega(u,x) = A\sum_{i=1}^{m} x_i - \frac{B}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} x_i\right)^2 - C\sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})^2$ $B < \frac{2C}{m}$
Théories du traitement de l'information				
Sah et Stiglitz (1988) Chap. IV B-2 Tableau 4.2	Hiérarchie versus polyarchie	Taille endogène (n*) car coûts d'évaluation. e= coût marginal d'évaluation, x discret Q^H et Q^P : indicateurs de qualité incluant le coût d'évaluation e.		$Q^H = \frac{\alpha[x_1 + (e/(1-P_1)]}{(1-\alpha)[x_2 - (e/(1-P_2)]}$ $Q^P = \frac{\alpha[x_1 - (e/P_1)]}{(1-\alpha)[x_2 + (e/(P_2)]}$ $\frac{dn^{H*}}{dQ^H} < 0,\ \frac{dn^{P*}}{dQ^P} > 0$ $\frac{dn^{H*}}{dP_i}, \frac{dn^{P*}}{dP_i}$ voir tableau 6.4
	Comité à une voix → polyarchie	x discret Comité : k voix nécessaires pour accepter un projet n = nombre de membres dans le comité. $f_i^C(n,k)$ = proba. que le comité accepte un projet i	Taille exogène (n)	$\frac{\partial f_i^C}{\partial n} > 0,\ 0 < \frac{\partial k^*}{\partial n} < 1$
			Taille endogène (n*) car coûts d'évaluation e= coût marginal d'évaluation	$\frac{\partial n^*}{\partial e} < 0$
Beckmann (1960) Chap. IV C-1a Tableau 4.1	Hiérarchie plate → Hiérarchie pointue	Taille endogène (H*) H : hauteur de la hiérarchie H résume la taille de la hiérarchie car l'étendue du contrôle (s) est donnée Hiérarchie…	…quelconque s= max(s_h) Q = nombre d'administratifs	$Q = \frac{s^H - 1}{s-1},\ \frac{Q}{q_0} \le \frac{1}{1-s}$ H* indéterminée Rendements d'échelle constants
Williamson (1967) Chap. IV C-1b tableau 4.1			…uniforme s constant a = perte de contrôle w_0 = salaire de q_0 b=w_h/w_{h-1} p-r= prix nets	$H^* = 1 + \frac{1}{\ln a}\left[\ln\frac{w_0}{p-r} + \ln\frac{s}{s-b} + \ln\left(\frac{\ln s}{\ln(as)}\right)\right]$ $\frac{\partial H^*}{\partial s} > 0,\ \frac{\partial H^*}{\partial b} < 0,\ \frac{\partial H^*}{\partial(w_0/(p-r))} < 0$ Rendements d'échelle décroissants

Tableau 6.4 : Taille et changements organisationnels (suite)

Modèle	Eléments des arbitrages Versus : discret ® : continuum			Condition sur les paramètres
Théories du traitement de l'information				
Calvo et Wellicz (1978) Chap. IV C-2a Tableau 4.1	Hiérarchie plate → hiérarchie pointue	Taille endogène (H*) H : hauteur de la hiérarchie hiérarchie régulière Main d'œuvre …	…homogène e_h : effort productif d'un travailleur de niveau h	$e_h = f\left(\frac{e_{h+1}q_{h+1}}{q_h}, w_h, e_{h+1}\right)$ H* existe s'il existe a tq : $0 \leq f(.,.,.) \leq a < 1$ i.e. la supervision ne permet pas d'inciter au delà de a Rendements d'échelle décroissants
Calvo et Wellicz (1979) Chap. IV C-2b Tableau 4.1			…hétérogène λ_h : qualité d'un travailleur de niveau h, $\lambda_H=1$	$(q_h, \lambda_h)^*$ indépendant de H
Keren et Levhari (1983) Chap. IV D-1a Tableau 4.1	Hiérarchie plate → hiérarchie pointue	Taille exogène et endogène (q_0) q_0 : nombre de travailleurs directs (échelle de production)	s_h : étendue du contrôle du niveau h (hiérarchie régulière)	$\frac{\partial s_h{}^*}{\partial q_0} < 0$ q_0* n'est pas unique Rendements d'échelle constants pour une plage de q_0
Keren et Levhari (1989) Chap. IV D-1a Tableau 4.1			m_h langage simplifié utilisé par h. $a_h=m_{h-1}/m_h$	Sous certaines conditions $\uparrow q_0 \Rightarrow$ $m_{H-1} \downarrow, a_h \uparrow, s_h \downarrow$
Radner et Van Zandt (1992) Tableau 4.4	Réseau ETR versus réseau PPO	Taille endogène (p*) p= nombre de processeurs Traitement de l'information en temps réel. T = cadence d'arrivée des nouvelles cohortes de n items. d= délai de traitement		Dans un réseau ETR $n \uparrow$, T fixé $\Rightarrow$ $p^* \uparrow$ prop. à n $d^* \uparrow$ prop. à Ln(n) Rendement d'échelle fortement décroissants
L'organisation comme facteur de production				
Otani (1994) Chap. V A-2	Manager ignorant → manager informé	Taille endogène (K*) K : nombre de machines par entreprise. t(K) temps de formation des managers. M = nombre total de machines dans l'économie. L = offre de travail		m = M/L, $\frac{\partial K^*}{\partial m} > 0$ pour T assez grand (durée de vie du manager) Rendements d'échelle décroissants
Prescott et Visscher (1980) Chap. V A-3	Durée faible sur une tâche filtre → durée forte	Taille mesurée par l'output γ^* : taux de croissance de l'output , endogène. n : durée de formation sur la tâche filtre		$\frac{\partial n}{\partial \gamma} < 0$ γ^* existe et est unique
L'organisation façonneuse de complémentarités technologiques				
Beckmann (1977) Chap. V B-1b	Hiérarchie plate → hiérarchie pointue	Taille endogène (H*) H : hauteur de la hiérarchie hiérarchie régulière		H* indéterminée Rendements d'échelle (RE) dépendent du salaire relatif du PDG. Le marché du travail tend à rendre les RE constant.
Rosen (1982) Chap. V B-1b		Taille endogène (y_0* ou Θ*) y_0 : output, Θ input, θ_1 : compétence managériale		$s = \frac{q_0}{\theta_1}, \frac{d\ln s}{d\ln \theta_1} \geq 0$ $\frac{d\ln y_0}{d\ln \theta_1} \geq \frac{d\ln \Theta}{d\ln \theta_1} \geq 1$

Tableau 6.5 : Synthèse des effets recensés

Facteurs de changement	Effets sur la hiérarchie	Passage Hiérarchie Þ Structure horizontale
Incertitude Double incertitude inter temporelle Volatilité Instabilité Complexité	• Réduit la capacité de traitement de l'information de la hiérarchie, ce qui peut être atténué en • Réduisant la taille des services • Recrutant des responsables hiérarchiques plus compétents • Augmentant le nombre d'indirects • Augmentant la délégation	*Carter (1995), Itoh (1987), Aoki (1986, 1990a), Athey et Schmutzler (1994) : Structure horizontale = information et/ou décision décentralisées, savoir généraliste* • Si les aménagements de la hiérarchie sont très coûteux • Si l'environnement n'est pas trop volatile • Si la réactivité a une rentabilité suffisante *Mais…Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988), Crémer(1990)* • La hiérarchie peut être plus efficace pour sélectionner les projets • Elle peut faciliter la maîtrise des chocs asymétriques
Technologies de l'information (TI)	• Augmentent la capacité de traitement de l'information de la hiérarchie • Elles peuvent donc atténuer les effets de l'incertitude	• *Kennedy (1994)* : Si les TI augmentent les coûts de communication et baissent les gains de spécialisation, elles favorisent *l'intégration des tâches de traitement de l'information* • *Bolton et Dewatripont :* Si les TI baissent le coût de communication, elles favorisent le *réseau en ligne d'assemblage* • *Milgrom et Roberts (1988)* : Si les TI baissent le coût de collecte de l'information, elles favorisent un *système de production à la commande*
Technologies de fabrication avancées (TFA)	• Si les TFA augmentent la complexité, la hiérarchie doit recruter des responsables hiérarchiques plus compétents • Si les TFA augmentent la sensibilité du coût marginal au niveau de l'output (rendements non constants) alors le regroupement en services doit être révisé	*Aoki (1986), Carmichael et Mac Leod (1993), Lindbeck et Snower (1993), Kremer (1993), Kremer et Maskin (1993), Greenan et Guellec (1994), Milgrom et Roberts (1988, 1990, 1992) : Structure horizontale = interdépendances horizontales, pluri-compétences, polyvalence, autonomie ou… modèle industriel moderne* • Si les TFA augmentent les interdépendances productives, ce qui est le cas lorsquelles sont associées à la recherche d'objectifs variés (différenciation, production au plus juste, qualité) alors • Polyvalence et pluri-compétences permettent de retrouver des marges de manœuvre dans un contexte où l'absence de surcapacités favorise les rendements d'échelle décroissants *Mais…Crémer (1990, 1993)* • La centralisation de l'information peut améliorer la qualité de la coordination
Compétences	• Un encadrement plus compétent peut être une réponse à une incertitude inter temporelle ou à une complexité accrue. Cela favorise • des hiérarchies plus plates • des services plus grands	• *Aoki (1986, 1990a), Sah et Stiglitz (1988)* : Si les individus sont plus compétents, cela réduit les temps d'évaluation, d'échange d'information et de coordination dans *les structures ou la décision est décentralisée* • *Kremer (1993), Kremer et Maskin (1993) :* Si les *interdépendances horizontales* sont fortes, l'homogénéité des compétences de la main d'œuvre compte • *Carmichael et Mac Leod (1993), Lindbeck et Snower (1996), Milgrom et Roberts (1990,1992), Athey et Schmutzler (1994), Caroli, Greenan et Guellec (1997)* : Si les individus ont des talents plus variés, cela favorise la polyvalence et l'autonomie.
Taille	• Une hiérarchie plus grande a un environnement plus incertain • Les coûts de coordination sont croissants avec la taille	• *Greenan et Guellec (1994)* : Les structures horizontales ont un coût de coordination qui croît plus vite avec la taille que les structures verticales. Si la taille pousse la hiérarchie à la décentralisation, les structures horizontales résultantes doivent être petites.

Tableau 6.6 : Les facteurs corrélés à l'intensité des contraintes techniques, hiérarchiques et à l'intensité de la communication bilatérale

	Contraintes techniques		Contraintes hiérarchiques		Communication bilatérale	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Intensité capitalistique :	***Situation de référence = 240 000 F et plus-***					
moins de 73 000 F	-1,08**	0,18	-	-	-	-
de 73 000 à moins de 140 000 F	-1,02**	0,16	-	-	-	-
de 140 000 à moins de 240 00 F	-0,77**	0,15	-	-	-	-
Part des ouvriers non qualifiés:	***Situation de référence =- moins de 9%***					
de 9% à moins de 34%	0,32*	0,17	-	-	-0,12 (ns)	0,17
de 34% à moins de 60%	0,57**	0,16	-	-	-0,36*	0,16
60% et plus	0,84**	0,17	-	-	-0,60**	0,18
Taille de l'entreprise :	***Situation de référence = 1 000 salariés et plus***					
de 50 à moins de 200 salariés	-0,65**	0,16	-0,19 (ns)	0,13	-0,47**	0,14
de 200 à moins de 500 salariés	-0,22 (ns)	0,15	0,08 (ns)	0,31	-0,18 (ns)	0,15
de 500 à - de 1 000 salariés	-0,38*	0,18	0,08 (ns)	0,21	0,25 (ns)	0,19
Age de l'ouvrier :	***Situation de référence = de 25 à moins de 40 ans***					
de 15 à moins de 25 ans	-0,13 (ns)	0,17	0,01 (ns)	0,16	0,31	0,18
de 40 à moins de 50 ans	-0,30*	0,14	0,26*	0,13	-0,26	0,14
50 ans et plus	-0,24 (ns)	0,15	0,19 (ns)	0,15	-0,64**	0,16
L'ouvrier est-il qualifié ?	***Situation de référence = non***					
oui	-	-	-1,0**	0,11	0,73**	0,12
Utilise-t-il un robot ou une MOCN ?	***Situation de référence = non***					
oui	0,72**	0,16	0,18 (ns)	0,15	-0,01 (ns)	0,17
Utilise-t-il un ordinateur ?	***Situation de référence = non***					
oui	-0,09 (ns)	0,21	-0,96**	0,20	0,93**	0,22
% paires concordantes	63,2		59,4		64,9	

Sources : TOTTO 1987, BIC 1987, ESE 1987.

Echantillon : 1208 ouvriers rattachés à 633 entreprises industrielles de plus de 50 salariés.

Chacun des modèles a été estimé en deux temps, un premier temps où toutes les variables ont été introduites (y compris l'ancienneté dans l'entreprise) et un second temps où n'ont été conservées que les variables dont au moins une modalité était significative au seuil de 10% dans la première estimation, (à l'exception des variables de taille et de technologie). C'est cette seconde estimation qui est présentée dans le tableau 6.6. Les coefficients marqués par ** sont significatifs au seuil de 1%, 5% quand *, ns signifie non significatif au seuil de 10%.

Tableau 6.7 : Les facteurs corrélés à l'intensité de la communication multilatérale

Variable expliquée : communication multilatérale	Intensité 3 par rapport à intensité 0		Intensité 2 par rapport à intensité 0		Intensité 1 par rapport à intensité 0	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Intensité capitalistique :	***Situation de référence = 240 000 F et plus***					
moins de 73 000 F	-0,77**	0,22	-0,28*	0,15	-0,04 (ns)	0,11
de 73 000 à moins de 140 000 F	-0,47**	0,16	-0,06 (ns)	0,13	-0,08 (ns)	0,11
de 140 000 à moins de 240 00 F	-0,46**	0,14	-0,07 (ns)	0,12	-0,04 (ns)	0,11
Part des ouvriers non qualifiés:	***Situation de référence = moins de 9%***					
de 9% à moins de 34%	-0,26 (ns)	0,18	-0,01 (ns)	0,14	0,04 (ns)	0,11
de 34% à moins de 60%	0,51**	0,16	0,16 (ns)	0,14	0,14 (ns)	0,11
60% et plus	0,38*	0,19	-0,04 (ns)	0,15	0,11 (ns)	0,12
Taille de l'entreprise :	***Situation de référence = 1 000 salariés et plus***					
de 50 à moins de 200 salariés	-1,64**	0,22	-0,85**	0,13	-0,51**	0,10
de 200 à moins de 500 salariés	-0,72**	0,14	-0,59**	0,13	-0,36**	0,11
de 500 à moins de 1 000 salariés	-0,48**	0,17	-0,08 (ns)	0,14	-0,00 (ns)	0,13
Age de l'ouvrier :	***Situation de référence = de 25 à moins de 40 ans***					
de 15 à moins de 25 ans	-0,23 (ns)	0,17	-0,04 (ns)	0,14	-0,29**	0,12
de 40 à moins de 50 ans	-0,24	0,13	-0,02 (ns)	0,11	-0,21*	0,09
50 ans et plus	-0,41**	0,15	-0,24	0,13	-0,26**	0,10
L'ouvrier est-il qualifié ?	***Situation de référence = non***					
oui	0,34**	0,11	0,12 (ns)	0,10	0,19*	0,08
Utilise-t-il un robot ou une MOCN ?	***Situation de référence = non***					
oui	0,11 (ns)	0,16	0,05 (ns)	0,15	0,33**	0,12
Utilise-t-il l'informatique ?	***Situation de référence = non***					
oui	0,46*	0,19	0,22 (ns)	0,19	0,22 (ns)	0,17

Sources : TOTTO 1987, BIC 1987, ESE 1987.

Echantillon : 1208 ouvriers rattachés à 633 entreprises industrielles de plus de 50 salariés.

Les coefficients marqués par ** sont significatifs au seuil de 1%, 5% quand *, ns signifie non significatif au seuil de 10%.

Tableau 6.8 : Les déterminants des choix des entreprises en matière de technologie et d'organisation

MODELE 1				MODELE 2			
N=1496	**TYPO1**	**TYPO2**	**TYPO3**	**TECH1**	**TECH2**	**TECH3**	**N=1496**
REDEFF	ns	-0,18	ns	ns	ns	ns	REDEFF
RESTRUC	0,21**	ns	ns	ns	ns	ns	RESTRUC
ADUE	0,15	ns	0,21*	0,24**	ns	0,19*	ADUE
ADIFF	0,21**	ns	ns	0,34**	19	0,37**	ADIFF
AQUAL	0,43**	0,74**	0,34**	ns	ns	0,24	AQUAL
RSTOCK	0,18*	ns	ns	ns	ns	ns	RSTOCK
RDELAI	0,21	0,21	ns	ns	ns	ns	RDELAI
Référence	***Mention d'aucun des 7 objectifs***						***Référence***
200-499 sal.	0,32**	ns	ns	0,63**	0,43**	0,27**	200-499 sal.
500-999 sal.	0,44**	-0,47*	ns	0,77**	0,53**	ns	500-999 sal.
plus 1000 sal.	0,24*	-0,76**	ns	0,95**	0,34	ns	plus 1000 sal.
Référence	***Avoir entre 50 et 199 salariés***						***Référence***
BOIS-ED	ns	ns	ns	ns	ns	ns	BOIS-ED
CHI-EPNM	0,26	-0,32	ns	ns	ns	ns	CHI-EPNM
PLASTIQ	ns	ns	ns	0,48**	ns	ns	PLASTIQ
MINMET	ns	ns	ns	ns	ns	ns	MINMET
METALLU	0,31*	ns	ns	0,50**	0,45**	ns	METALLU
MACHINE	0,38**	-0,23	ns	0,63**	0,75**	ns	MACHINE
ELECTRI	0,25	ns	ns	0,48**	0,34	ns	ELECTRI
MATRANS	0,73**	ns	ns	0,54**	0,41	ns	MATRANS
AUTRIND	ns	ns	ns	ns	ns	ns	AUTRIND
Référence	***Secteur du textile-habillement ou du cuir-chaussure***						***Référence***
TECH1	0,36**	0,37**	ns	0,37**	ns	ns	TYPO1
TECH2	ns	ns	ns	0,37**	ns	ns	TYPO2
TECH3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	TYPO3
Référence	***TECH4***			***TYPO4***			***Référence***

Source : Enquête « changement organisationnel » 1993 (SESSI)

Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés ayant déclaré une réorganisation.

Les variables d'objectifs des réorganisations sont représentées par les sigles suivants : s'adapter à une réduction d'effectifs (REDEFF), s'adapter à une restructuration (RESTRUC), accroître la durée d'utilisation des équipements (ADUE), accroître la différenciation ou le rythme de renouvellement des produits (ADIFF), accroître la qualité (AQUAL), réduire les stocks (RSTOCK), réduire les délais entre commande et livraison (RDELAI). Les variables de secteur sont représentées par les sigles suivants : bois, papier, carton, édition et imprimerie (BOIS-ED), chimie, autres produits minéraux non métalliques (CHI-EPNM), caoutchouc et plastiques (PLASTIQ), autres produits minéraux non métalliques (MINME), métallurgie et travail des métaux (METALLU), machines et équipements (MACHINE), équipements électriques et électroniques (ELECTRIQ), matériel de transport (MATRANS), autres industries manufacturières (AUTRIND).

Les coefficients marqués par ** sont significatifs au seuil de 1%, 5% quand *, ns signifie non significatif au seuil de 10%.

Chapitre VII : Les effets des changements organisationnels sur la productivité et l'emploi

Ce chapitre explore la question des effets économiques des changements organisationnels en l'abordant d'un point de vue théorique, au travers des modèles présentés dans la partie II et d'un point de vue empirique, en s'appuyant sur l'enquête TOTTO de 1987 et sur l'enquête « changement organisationnel » réalisée en 1993.

Nous allons considérer deux types d'effets des changements organisationnels : les effets sur la performance et les effets sur la structure des qualifications de l'entreprise. Ces effets découlent de la manière dont les changements organisationnels affectent la dynamique productive des entreprises. Dans la section A nous examinons cette question en mobilisant les modèles théoriques que nous avons présentés dans la partie II.

Sur la question des effets sur la performance, deux questions vont guider notre démarche et nos tests empiriques : y a-t-il un « paradoxe de la productivité » associé aux changements organisationnels ? La prise en compte des changements organisationnels permet-elle d'éclairer le « paradoxe de la productivité » observé autour de la diffusion des technologies de l'information et des communications. Ces questions font l'objet de la section B.

Sur la question des effets sur la structure des qualifications, notre idée est que les nouvelles formes d'organisation dites « qualifiantes » peuvent aussi « disqualifier » les travailleurs les moins qualifiés en les renvoyant aux marges du

marché du travail. Autrement dit, le « biais technologique » qui a été mis en évidence par de nombreuses études appliquées n'est-il pas aussi et surtout un « biais organisationnel » ? Nous aborderons cette question dans la section C.

A. Organisation, changements organisationnels et dynamique productive : l'enseignement des modèles

Pour les théories coopératives de la firme, les changements organisationnels sont une réponse à un changement dans l'environnement des entreprises. Le chapitre VI a fait l'inventaire des facteurs qui poussent l'organisation interne des entreprises au changement et des paramètres qui les identifient. Les tests que nous avons réalisés à partir de données individuelles sur les entreprises industrielles n'infirme pas la liste des déterminants du changement organisationnel proposé par la théorie.

Dès lors, on peut considérer qu'*a priori* le changement organisationnel conduit à une performance accrue de l'entreprise. Afin de comprendre la source de cette performance accrue, nous allons examiner plus en détail comment le changement organisationnel bouleverse la dynamique productive de l'entreprise en modifiant sa fonction de production. Cette analyse est aussi utile pour comprendre les effets des changements organisationnel sur la demande de travail de l'entreprise. Comme dans la partie II, nous allons tout d'abord nous pencher sur les théories centrées sur le système d'information, pour examiner ensuite les théories qui s'intéressent au système de production de l'entreprise.

1. Changement organisationnel, système d'information et fonction de production

Dans les théories coopératives centrées sur le système d'information, le degré de décentralisation du savoir et l'horizontalité de la structure d'information ont été formalisés par la théorie des équipes, tandis que la théorie du traitement de l'information s'est attachée à la formalisation de la prise de décision. Le tableau 7.1 décrit la contribution indirecte à la production des activités de collecte et de traitement de l'information. Nous y avons repris des éléments de formalisation attachés à plusieurs modèles présentés dans les chapitre III et IV[128].

[Insérer tableau 7.1]

a) La théorie des équipes

La théorie des équipes inscrit les problèmes qu'elle traite dans un environnement stochastique : l'équipe est confrontée, dans ses activités productives, à des chocs qu'elle identifie imparfaitement et dont elle ne connaît *a priori* que l'espérance. Le rôle de l'organisation est donc d'arriver à mieux les cerner en développant des activités de collecte et de traitement de l'information. Une forme organisationnelle se caractérise par une structure d'information (η) et une structure de décision (a). La structure d'information résulte d'un investissement dans une capacité à reconnaître les chocs (pendant le temps t) et d'un réseau de communication.

---

[128] Les auteurs sont signalés en italiques dans le tableau 7.1. Mais les éléments de formalisation mis en avant dépassent dans la plupart des cas le cadre d'un seul modèle.

Pour mettre en évidence la contribution productive d'une forme organisationnelle S, on la compare en général à la forme organisationnelle la plus simple qui existe, l'organisation routinière. Cette organisation a la même structure de décision (a) que S, mais son investissement dans l'information est nulle. Les décisions y sont donc prises sur la base des seules informations sur l'environnement qui sont *a priori* connues de tous : l'espérance des chocs. Grâce à cet étalon, on peut mesurer la valeur de l'information associée à une organisation de type S. Elle est égale au supplément de profit maximal espéré lorsque les décisions sont prises sur la base de $\eta(t)$ plutôt que sur la base d'une structure d'information nulle. Dès lors, le profit de l'entreprise organisée selon S peut s'écrire comme la somme du profit maximal espéré avec une organisation routinière et de la valeur de l'information.

Cette comparaison permet de déterminer, dans un environnement donné, caractérisé par son degré d'incertitude inter-temporelle et sa volatilité, les formes organisationnelles ayant les coûts stochastiques les plus faibles. Les entreprises ayant opté pour ces formes seront, en moyenne, plus productives que les autres car elles sauront mieux se placer sur la frontière de leur ensemble de production. Mais au-delà de ces coûts stochastiques, d'autres coûts doivent être pris en compte. Il y a tout d'abord le coût de l'apprentissage et le coût de la communication qui représentent du temps non directement utilisé à des fins productives. Ce temps peut d'ailleurs être considéré comme l'input de la valeur de l'information. Il y a ensuite le coût du changement organisationnel ou de la transition (κ_S) qui n'est presque jamais considéré. C'est un coût fixe qui est peut être associé au type de transition plutôt qu'à la nature de la forme organisationnelle d'arrivée. Ainsi Mintzberg (1981) souligne-t-il qu'il est moins coûteux de passer de la bureaucratie mécaniste à la bureaucratie divisionnalisée, ou de l'adhocratie à la bureaucratie professionnelle que d'une forme à l'autre de ces deux couples.

b) Les théories du traitement de l'information

Les théories du traitement de l'information mobilisent un ensemble de modèles beaucoup plus hétérogènes que la théorie des équipes. Nous considérons d'une part les formalisations de Sah et Stiglitz (1985, 1986) sur la maîtrise de l'erreur, d'autre part les théories de la hiérarchie consacrées à la question de la perte du contrôle[129] (Beckmann, 1977 ; Calvo et Wellicz, 1978, 1979). Les modèles centrés sur la question de la maîtrise du temps seront laissés de côté car leur lien avec la dynamique productive de l'entreprise est très distendu. Le modèle de Keren et Levhari (1989), qui occupe une position intermédiaire entre ces deux grandes catégories, sera néanmoins évoqué. Il propose une manière de rendre compte à la fois de la performance du traitement hiérarchique de l'information en terme d'erreur et en terme de délai.

Les modèles de Sah et Stiglitz s'inscrivent aussi dans un environnement stochastique. L'activité qui est décrite est particulière puisqu'il s'agit de l'évaluation de projets dont le rendement (x) est incertain. Cette activité peut être organisée de plusieurs manières différentes. Le modèle de 1986 s'attache à deux formes organisationnelles polaires : la hiérarchie et la polyarchie. Lorsqu'il examine un projet, chaque évaluateur peut faire des erreurs de type I (rejeter un bon projet) et de type II (accepter un mauvais projet). La hiérarchie et la polyarchie désignent deux manières différentes de procéder à une évaluation collective d'un ensemble de projets. Dans la hiérarchie, les évaluateurs examinent tous les projets et ne retiennent que ceux qui ont été sélectionnés à l'unanimité alors que dans la polyarchie chaque

---

[129] Le modèle de Beckmann (1977) n'est pas vraiment un modèle de perte de contrôle car, comme Rosen (1982), Beckmann s'intéresse à l'activité d'encadrement de la hiérarchie plus qu'au contrôle de l'effort. Par ailleurs, c'est dans le chapitre V que nous avons présenté ce modèle. Le modèle de Beckmann est, de fait, un des seuls qui formalise, de manière intégrée, l'organisation hiérarchique du traitement de l'information et l'activité productive.

évaluateur peut décider seul de retenir un projet. Il ne transmet à ses collègues que les projets qu'il ne retient pas. A chaque forme organisationnelle est donc associée des erreurs collectives de type I et II spécifiques.

Le rendement espéré du portefeuille de projets sélectionné par l'organisation (Y^S) représente l'output de son activité d'évaluation. A environnement donné, il reflète les propensions à l'erreur différenciées des organisations[130] (« architectures ») considérées. Mais au-delà du rendement espéré, la performance des organisations dépend aussi du coût d'évaluation qui leur est attaché (E^S). Comme l'erreur, ce coût a une dimension individuelle et une dimension collective : le coût collectif d'évaluation est égal au coût individuel multiplié par le nombre d'évaluations attendues. Ce dernier est attaché à la forme organisationnelle. Par exemple, il est plus élevé dans une hiérarchie que dans une polyarchie. La comparaison du rendement espéré, net des coûts d'évaluation (Y^S-E^S), pour des organisations différentes permet de déterminer celle qui est la mieux « adaptée » à son environnement.

Si certaines formes d'organisation du traitement de l'information permettent de sélectionner, à moindre coût, de meilleurs projets, leur effet sur la dynamique productive dépend de la nature des projets. Selon qu'il s'agisse d'une restructuration, d'une stratégie de recherche, d'un investissement en capital physique, etc. les projets auront des cibles différentes comme réduire les coûts de production, lancer un nouveau produit ou accroître la productivité du capital physique. L'effet sur les performances des entreprises valorisé par les modèles de Sah et Stiglitz est donc différent de celui mis en évidence par la théorie des équipes : dans un cas le choix

---

[130] Comme nous l'avons vu dans le chapitre IV, Sah et Stiglitz envisagent d'autres organisations que la hiérarchie et la polyarchie, comme les comité, la polyarchie de hiérarchies ou la hiérarchie de polyarchie. Mais les principes de modélisation pour ces autres formes restent inchangés.

d'une organisation permet à l'entreprise d'atteindre plus facilement la frontière de son ensemble de production alors que des chocs aléatoires affectent ses coûts et la demande qui lui est adressée, dans l'autre elle lui permet d'atteindre un autre ensemble de production. Mais la forme organisationnelle n'influence pas l'orientation du changement technologique, elle affecte seulement le rendement net qui lui est associé.

Les modèles de «perte de contrôle » fonctionnent selon un même principe de modélisation. Ce sont des théories de la hiérarchie. Plus précisément, ces théories s'intéressent aux hiérarchies régulières ou uniformes. Le changement organisationnel qu'elles formalisent est donc interne à ce type de structure, par exemple, une baisse du nombre de niveaux hiérarchiques. Dans ces modèles, le travail de traitement de l'information des responsables hiérarchiques fournit à l'entreprise un service qui interagit avec le travail directement productif. Les modèles diffèrent dans leur interprétation du service produit par la hiérarchie.

Pour Beckmann (1977), la hiérarchie fournit un «service managérial » ou un service de supervision. Il en donne une définition très large qui peut être assimilée à un service d'encadrement : planifier le travail, contacter les clients, décider des investissements, former les jeunes recrues, etc. Un responsable hiérarchique coordonne les actions de ses subordonnés au moyen de la relation d'autorité que lui confère sa position. S'il est rattaché au niveau h de la hiérarchie, le service qu'il produit bénéficie à l'équipe située au niveau h-1 dont il est directement responsable. Il le produit grâce à son travail (normalisé à une unité de temps) et au « service managérial » fournit par son supérieur hiérarchique du niveau h+1. Le service managérial produit par le niveau h (y_h) est égal à la somme des services produits par les q_h responsables hiérarchiques de ce niveau.

Pour Calvo et Wellicz (1978, 1979), la hiérarchie est là pour contrôler l'effort des travailleurs. En effet, ces auteurs font une hypothèse d'opportunisme des travailleurs : sans contrôle, ceux-ci relâchent leur effort, voire même restent oisifs. Le service intermédiaire produit par les responsables hiérarchiques est donc une stimulation de l'effort au moyen de phases de supervision directe. Comme dans le modèle de Beckmann, un niveau hiérarchique h donné produit un service qui agit sur le travail du niveau directement inférieur h-1. Plusieurs formalisations du processus de supervision sont proposées car un supérieur hiérarchique peut allouer son temps de différentes manières entre les travailleurs qu'il est chargé de contrôler.

Ainsi, les responsables hiérarchiques traitent, chez Beckmann, une information qui leur permet de coordonner les actions de leurs subordonnés, chez Calvo et Wellicz ils observent les travailleurs et vérifient leur niveau d'effort. On peut se demander néanmoins pourquoi un seul niveau hiérarchique ne suffit pas au dessus des travailleurs directs. Les explications diffèrent dans les deux familles de modèle. Pour Beckmann, un individu isolé doit, pour produire un bien, allouer une partie de son temps à la production de services managériaux. Dès lors, la division verticale du travail au sein d'une hiérarchie, ainsi que la division horizontale, sont des méthodes qui permettent d'obtenir des économies d'échelle par rapport à la situation de production isolée. C'est la nature indivisible du service managérial pour l'équipe de subordonnés qui en bénéficie qui est la source de ces économies d'échelle. L'organisation hiérarchique permet de démultiplier cet effet. Chez Calvo et Wellicz, on trouve aussi un effet multiplicatif : lorsqu'un travailleur direct triche, l'entreprise perd sa production mais lorsqu'un responsable hiérarchique triche, cela affecte la production de tous les travailleurs directs qui lui sont indirectement reliés. Il est donc fondamental de superviser le premier rang de superviseurs et ainsi de suite jusqu'au

chef d'entreprise qui est le seul à ne pas être supervisé car on le suppose suffisamment motivé par le fait de risquer ses propres capitaux.

Ces effets apparaissent clairement dans la fonction de production proposée par Beckmann et dans la fonction de profit proposée par Calvo et Wellicz. La fonction de Beckmann, qui détermine Y_H la production globale, est dérivée, de manière récursive de la fonction y_h qui décrit la production de services managériaux au niveau h de la hiérarchie. Lorsque h est égal au niveau de l'atelier (niveau 0), cette fonction ne décrit plus la production de services managériaux, mais la production directe. Si l'on examine Y_H, on voit que plus un individu se trouve placé haut dans la hiérarchie (H, H-1, .h,…1), plus son travail a de répercussions sur la production globale. Beckmann formalise une entreprise qui se trouve en situation de concurrence pure et parfaite sur le marché des biens et sur celui du travail. Il y a un marché du travail pour chaque niveau de responsabilité dans l'entreprise. Les étendues optimales du contrôle résultent des élasticités des services managériaux et de la production directe aux différents types de travail et des salaires fixés par le marché. Elles sont donc affectées à la fois par des changements intervenant sur les marchés du travail et par les chocs technologiques qui peuvent affecter la productivité des travailleurs aux différents rangs de la hiérarchie. La hauteur optimale de la hiérarchie, quant à elle, est proportionnelle au logarithme de l'output optimal, qui lui-même dépend de tous les paramètres de la fonction de production et de tous les coûts. La supériorité d'une hiérarchie par rapport à une autre en terme de performances résulte donc notamment de la rareté relative des différents types de travail, ainsi que de leur productivité relative dans le cadre d'une organisation hiérarchique. Une baisse du nombre de niveaux hiérarchiques peut dépendre, par exemple, de l'abondance relative de managers capables d'assumer des responsabilités de haut rang.

La fonction de profit proposée par Calvo et Wellicz s'appuie sur une fonction de production directement inspirée de Williamson (1967). L'output représente une proportion constante θ de l'input. Le nombre de travailleurs directs, dans le cas de la hiérarchie uniforme envisagée par Williamson, est tout simplement égal à l'étendue du contrôle portée à la puissance H qui représente la hauteur de la hiérarchie. Par ailleurs, Williamson suppose qu'à chaque niveau hiérarchique seule une fraction a, inférieure à 1 de l'input contribue aux objectifs de la hiérarchie. L'input effectif est donc égal à $(as)^H$ ou, de manière équivalente, à $a^H q_0$. Comme nous l'avons vu dans le chapitre IV, les modèles de Calvo et Wellicz fournissent un fondement théorique à la perte de contrôle (a) postulée par Williamson. La hiérarchie est un moyen économique pour contrôler l'effort car elle incite le travailleur sans pour autant qu'il soit nécessaire d'avoir un superviseur en position de contrôle à plein temps derrière chacun (et ainsi de suite…). Par contre, même si le contrôle hiérarchique accroît la performance productive des travailleurs directs, ce n'est qu'un «second best ». Le niveau de production optimal dans un contexte où les travailleurs sont parfaitement coopératifs n'est jamais atteint car il serait exceptionnel que 100% du niveau d'effort potentiel soit fourni par tous les travailleurs : il y a toujours des plages de temps où le travailleur sait qu'il n'est pas surveillé et relâche son effort. Les profits, eux aussi, sont moindre, car non seulement la production n'atteint pas le niveau potentiel correspondant au nombre de travailleurs directs impliqués, mais la firme doit les payer au dessus de leur productivité marginale pour les inciter à l'effort et embaucher des superviseurs qui ne participent pas à la production directe mais dont le salaire doit être d'autant plus élevé qu'ils se situent haut dans la hiérarchie et ceci même si la main d'œuvre est homogène. Chez Calvo et Wellicz, comme en théorie des équipes, l'organisation optimale, définie par les arrangements (s_h^*, w_h^*) et par H* permet à l'entreprise d'être plus proche de la frontière de son ensemble de production.

Le dernier modèle de la théorie du traitement de l'information que nous allons examiner ici est celui de Keren et Levhari (1989). Il s'agit de nouveau d'un modèle de hiérarchie. La fonction de celle-ci n'est pas de superviser le travail, mais de planifier la production, ou plus précisément, de faire remonter au sommet hiérarchique l'information qui pénètrent l'organisation au niveau de ses centres opérationnels. On pourrait imaginer une situation où le planificateur central recevrait directement l'information brute, avant passage par les filtres hiérarchiques. Dans ce cas la mise au point du plan de production serait très longue car le chef d'entreprise a une rationalité limitée. La hiérarchie est donc là pour trier et simplifier l'information grâce à l'application d'un code. Ainsi, ne remontent vers le chef d'entreprise que les informations que les responsables hiérarchiques on jugé utiles pour planifier la production. Le délai (D) de mise au point de ce plan s'en trouve réduit par rapport à la structure simple où le chef d'entreprise est en prise directe avec les centres opérationnels. Mais le code utilisé par la hiérarchie génère un manque de précision qui est source d'erreurs de planification (V). Le délai D, ou plutôt la réduction du délai par rapport à la structure simple est le service que la hiérarchie produit pour l'entreprise. Les erreurs de planification (V) sont un produit fatal associé à l'activité de traitement de l'information.

La fonction de production proposée par Keren et Levhari intègre D et V comme arguments, en plus de q_0, l'effectif de travailleurs directs. A main d'œuvre directe donnée, le niveau de production décroît lorsque le délai et les erreurs augmentent. Mais en général, un délai long est associé à peu d'erreurs et inversement. Le délai de traitement de l'information (D) croît avec le nombre de niveaux hiérarchiques (H), l'étendue du contrôle et la richesse de la langue utilisée pour codifier l'information à chaque niveau (s_h et m_h). L'erreur totale (V) croît aussi avec H, elle croît avec l'importance de l'agrégation effectuée à chaque niveau

hiérarchique et décroît avec la proximité de la langue utilisée au langage naturel (a_h, m_h/M). La manière d'intégrer ici le délai de traitement de l'information dans la fonction de production pourrait s'appliquer à l'ensemble des théories du traitement de l'information centrées sur le temps. Ici encore, le choix d'une hiérarchie optimale, définie par s_h*, a_h* et q_0*, permet à l'entreprise de se rapprocher de la frontière de son ensemble de production.

En considérant les travaux centrés sur le système d'information, nous avons essentiellement considéré des activités se situant en amont des activités opérationnelles de l'entreprise. La question était donc de comprendre en quoi ces activités non directement productives pouvaient contribuer à l'efficacité de l'entreprise et surtout en quoi un changement dans leur organisation pouvait renforcer sa productivité. Dans la plupart des modèles examinés les entreprises ayant changé l'organisation de leur système d'information pour s'adapter à des changements dans leur environnement sont plus productives que les autres car elles se rapprochent d'une situation d'information parfaite et/ou de rationalité totale. Elles sont donc plus proches de la frontière de leur ensemble de production, mais celui-ci ne change pas lorsque l'organisation change. Les modèles de Sah et Stiglitz (1985, 1986) et de Beckmann (1977) sont les seuls où la performance accrue s'appuient sur d'autres ressorts. Chez les premiers, l'organisation adéquate du traitement de l'information permet à l'entreprise de sélectionner des projets dont le rendement attendu est plus élevé. Ces projets sont, *a priori*, très divers, mais on peut imaginer qu'ils ont pour conséquence de changer la technologie de l'entreprise et donc de la faire passer d'un ensemble de production à un autre. Dans le modèle de Beckmann, chaque hiérarchie correspond à une technologie ou à une fonction de production particulière. Les modèles que nous allons examiner à présent se trouvent presque tous dans cette dernière configuration.

2. Changement organisationnel, système de production et dynamique productive

Si l'on se réfère au tableau II.4 de la conclusion intermédiaire, l'on voit que les théories centrées sur le système de production et décrivant l'organisation « moderne » formalisent la pluri-compétence ou la polyvalence de la main d'œuvre directe, les interdépendances productives horizontales autour de la qualité et des délais et l'autonomie. Nous allons conserver approximativement cet ordre de présentation en revenant brièvement sur les théories qui modélisent l'organisation comme un facteur de production spécifique, en nous arrêtant ensuite sur celles qui s'intéressent à la division horizontale du travail (pluri-compétence, polyvalence, interdépendances horizontales), puis sur celles centrées sur la division verticale du travail (autonomie) et enfin sur la théorie des complémentarités productives. Ces théories ont toutes été présentées dans le chapitre V. Le tableau 7.2 donne les grandes lignes du passage entre la représentation de l'organisation sous-jacente aux modèles et les fonctions de production proposées (à l'exception de la théorie des complémentarités productives).

[Insérer tableau 7.2]

a) L'organisation comme facteur de production

Les théories qui formalisent l'organisation comme un facteur de production spécifique soulignent en général la difficulté qu'il y a à mesurer directement ce facteur, souvent désigné comme un « capital organisationnel ». Si l'on considère les trois modèles qui ont été présentés dans le chapitre V, l'investissement organisationnel est toujours réalisé par le chef d'entreprise et il s'agit d'un savoir accumulé permettant de mieux connaître les caractéristiques des facteurs de production : certains travailleurs sont plus compétents que d'autres ou plus aptes à

travailler en équipe, certaines machines permettent d'assurer des niveaux plus élevés de qualité etc. En effet, ces caractéristiques, qui rendent les facteurs hétérogènes ne peuvent être révélées que par des expériences en vraie grandeur ayant lieu dans le contexte de l'entreprise. Ici encore, on peut dire qu'une entreprise qui investit dans la connaissance de ses facteurs se rapproche de la frontière de son ensemble de production car elle peut mieux planifier sa production et de mieux décider de l'allocation des travailleurs et équipements aux tâches. Si l'on compare la productivité de deux entreprises, l'une ayant investi, l'autre non, on la trouvera supérieure dans le premier cas. Mais une mesure rigoureuse de la productivité devrait intégrer une mesure du « capital organisationnel » ou de son coût. C'est en général le raisonnement inverse qui s'applique dès lors qu'il est fait référence au capital organisationnel : l'écart de productivité est utilisé comme mesure implicite du capital organisationnel.

b) La division horizontale du travail

Parmi les modèles qui s'intéressent aux changements dans la division horizontale du travail, nous avons examiné un modèle qui formalise la pluri-compétence (« multiskilling ») et un autre qui formalise la polyvalence (« multitasking »). Il s'agit de propriétés qui caractérisent le travail direct dans un contexte où il y a deux tâches A et B à exécuter qui sont, par hypothèse, complémentaires. Dans le premier modèle (Carmichael et Mac Leod, 1993), l'élasticité de substitution entre la main d'œuvre sachant exécuter A et la main d'œuvre sachant exécuter B est négative, tandis que dans le second (Lindbeck et Snower, 1993), le temps passé à exécuter l'une des tâches augmente l'efficacité dans l'exécution de l'autre.

La « monocompétence », comme la spécialisation dans une tâche rend les espaces des compétences, des catégories de main d'œuvre et des tâches homogènes. Les travailleurs compétents dans l'exécution de la tâche A sont spécialisés à plein temps dans cette tâche. La fonction de production a, par conséquent, la même forme dans ces différents espaces. Si N_A et N_B représente le nombre de travailleurs exécutant A et B[131], $\tilde{N}_A$ et $\tilde{N}_B$ le nombre de travailleurs formés à l'exécution de A et B et N_1 et N_2 le nombre de travailleurs de type 1 et 2, les travailleurs de type 1 ayant un avantage relatif en terme d'efficacité dans la réalisation de la tâche A, alors on a $N_A = \tilde{N}_A = N_1$ et $N_B = \tilde{N}_B = N_2$.

En revanche, la « pluricompétence » et la polyvalence rompent cette homogénéité entre les espaces : un travailleur «pluricompétent » c'est à dire ayant été formé à la fois aux tâches A et B ($\tilde{N}_{A,B}$) peut indifféremment exécuter la tâche A ou B et un travailleur polyvalent de type 1 consacre une fraction τ_{1A} de son temps à exécuter la tâche A tandis que la fraction restante ($1-\tau_{1A}=\tau_{1B}$) est consacrée à la tâche B. Dès lors, la fonction de production ne s'écrit plus de la même manière dans les différents espaces.

Le changement organisationnel touche donc, en premier lieu, à la définition des facteurs de production. Il est important de le noter dans une perspective empirique. Dans la perspective de ces deux modèles, les tâches qui représentent le socle technologique de la production ne changent pas. Si l'on mesure l'ensemble des

---

[131] Cette présentation n'est pas tout a fait celle adoptée par Lindbeck et Snower (1993) car pour ces auteurs, N_A et N_B représentent l'effort effectif dépensé dans chacune des deux tâches, qui dépend à la fois du nombre de travailleurs impliqués et de leur productivité. Celle-ci est égale à e_{1A} et e_{1B} pour les travailleurs de type 1, e_{2A} et e_{2B} pour les travailleurs de type 2. Les auteurs font une hypothèse d'avantage relatif de 1 dans la réalisation de la tâche A : $e_{1A}/e_{1B} > e_{2A}/e_{2B}$.

facteurs alloués à la réalisation de chacune des tâches, le changement organisationnel ne génère pas de rupture dans l'interprétation de la fonction de production, il complique seulement la mesure de N_A et de N_B en modifiant la manière dont les facteurs s'agrègent dans les tâches. Par contre, l'interprétation de la fonction de production exprimée en fonction de N_1 et N_2 change car les deux catégories de main d'œuvre ne contribuent plus de la même manière à l'activité productive suite au passage de la spécialisation à la polyvalence. Si, à présent, on raisonne à partir des compétences, le passage de la « monocompétence » à la « pluricompétence » conduit à introduire un troisième facteur de production ($\tilde{N}_{A,B}$) alors même que le processus de production continue à s'appuyer sur un même ensemble de tâches.

Enfin, ces deux modèles diffèrent dans la manière dont le changement organisationnel contribue à un changement dans la dynamique productive de l'entreprise. Chez Carmichael et Mac Leod, la «pluricompétence » ne conduit pas à la polyvalence. Même s'il sait faire les deux tâches, le salarié reste spécialisé à plein temps dans une seule des tâches au sein d'une période de production. Ce sont les interdépendances stratégiques entre les travailleurs ou les catégories de travailleurs que la «pluricompétence » modifie. En effet, dans un contexte où la main d'œuvre est « monocompétente », un choc technologique asymétrique, par exemple élevant la productivité marginale des travailleurs affectés en A, peut conduire, à l'équilibre, à une situation où une des catégories de main d'œuvre y perd en terme d'emploi et de salaires. Si elle anticipe cette perte, la catégorie concernée a de fortes chances de s'opposer collectivement à l'adoption du changement technologique. La « pluricompétence » casse cette logique. Elle est plus onéreuse pour l'entreprise qui dépense plus en formation pour les travailleurs concernés et elle romp le lien entre la rémunération et le poste occupé car le travailleur «pluricompétent » touche le salaire associé à la tâche la mieux rémunérée. Mais elle peut réduire le consensus au sein de

la catégorie de travailleurs touchée par le choc technologique : les salariés spécialisés s'opposent au changement alors que les salariés « pluricompétents » y sont indifférents.

Du coup, les entreprises qui forment une partie de leurs salariés à la tenue de plusieurs postes de travail absorbent plus aisément certaines configurations de chocs technologiques asymétriques. L'une des hypothèses des auteurs est que les innovations de procédés correspondent plus souvent à des chocs technologiques asymétriques que les innovations de produits. Par ailleurs, ils montrent que les innovations qui renforcent la productivité dans les tâches les moins bien payées (qui demandent une formation moins coûteuse) sont acceptées par les salariés « pluricompétents » qui anticipent une migration vers des tâches mieux rémunérés grâce au changement technologique. Ainsi, le changement organisationnel peut être déterminant pour l'orientation de changement technologique, mais c'est ce dernier qui est source d'une productivité accrue.

Les choses « fonctionnent » de manière légèrement différente chez Lindbeck et Snower. Le détonateur du changement organisationnel est un choc affectant la technologie ou les compétences des différentes catégories de main d'œuvre. Ces chocs conduisent l'entreprise à passer d'un ensemble de production à un autre. C'est au sein de ce nouvel ensemble de production que l'entreprise vérifie s'il est ou non profitable pour elle d'introduire de la polyvalence en demandant à ses travailleurs de partager leur temps entre deux tâches. Dans ce modèle, la technologie de l'entreprise est donc déterminée par des paramètres exogènes, mais le choix de τ_{ij} est endogène. Pour une technologie donnée, il y a une famille de fonctions de production associées chacune à un choix de τ_{ij} qui résume l'organisation de l'entreprise.

Le modèle de Carmichael et Mac Leod montre en quoi la «pluricompétence » modifie les interdépendances stratégiques entre catégories de travailleurs alors que le modèle de Lindbeck et Snower souligne comment une entreprise peut être poussée à adopter la polyvalence pour tirer le meilleur parti d'un changement dans les liens de complémentarités technologique que les tâches entretiennent entre elles. Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) formalisent un troisième type de complémentarité ou d'interdépendance horizontale. Ces auteurs s'intéressent aux processus de production où plusieurs tâches doivent être réalisées, chacune d'entre elle devant l'être parfaitement pour que le produit final atteigne sa valeur complète. Une autre manière de présenter les choses est de dire que les cas envisagée sont ceux où il suffit qu'un grain de sable affecte le produit intermédiaire associé à une tâche particulière pour que la valeur du produit final ressorte considérablement dégradée. Comme nous l'avons vu dans le chapitre V, l'épisode de l'explosion en vol de la navette Challenger à cause d'un micro défaut d'un de ses composants sert d'illustration à cette description. Le tableau 7.2 donne deux exemples de fonctions de production répondant à ce critère et baptisées «O'ring » d'après le nom du composant fautif de la navette. La valeur du produit intermédiaire associé à la tâche i est noté q_i. Elle vaut 1 si la tâche a été réalisée dans les règles et elle est inférieure à 1 sinon. On voit clairement que du fait de la forme multiplicative utilisée, une erreur sur une tâche est contagieuse.

Au delà de l'exemple de challenger, les auteurs ne donne pas d'explication plus poussée sur les processus de production ou des formes organisationnelles auxquels la famille de fonctions «O'ring » s'appliquerait tout particulièrement. Dans le chapitre V, nous avons proposé différentes interprétations. Tout d'abord, toutes les technologies comportant une étape d'assemblage peuvent correspondre à cette description alors que les processus continus s'en éloignent. Dans le cas d'une

technologie d'assemblage, chaque tâche correspond à la fabrication d'un des composants du produit et l'interdépendance vient de la solidarité qu'ils entretiennent entre eux dans le produit final. Ensuite, certains types de changement organisationnels peuvent renforcer les interdépendances horizontales que décrivent les fonctions « O'ring ». Nous avons évoqué, la suppression de la hiérarchie intermédiaire, les démarches de qualité totale, les système de production en juste à temps et plus généralement les systèmes qui visent à accroître la tension de l'ensemble des flux productifs.

Comme l'a montré Rosen (1982), le temps que les responsables hiérarchiques consacrent à leurs subordonnés a notamment pour fonction d'homogénéiser le travail direct, initialement disparate du fait de la distribution gaussienne des compétences des travailleurs. Dès lors, la suppression de la hiérarchie intermédiaire accroît la sensibilité de la valeur de l'output aux compétences individuelles des travailleurs directs. La suppression d'un niveau hiérarchique transforme donc la manière dont la compétence d'un travailleur direct (θ^i_0) se transforme en q_i, valeur du produit intermédiaire résultant du travail de i.

L'affichage, par l'entreprise, d'une démarche de qualité exigeante, de type « zéro défaut » renforce les attentes des consommateurs et la sensibilité de la valeur du produit aux petits défauts qu'ils n'auraient autrefois pas remarqués. Le développement de la réglementation sur les normes de sécurité ou les normes sanitaires par exemple, pousse à la fois à la prise de conscience des consommateurs et à l'utilisation par les entreprises des normes de qualité comme argument de vente. La complexité croissante des produits peut aussi contribuer à rendre la valeur des produits plus sensibles à un défaut de fabrication. Dans un processus de production séquentiel, l'affichage d'une gestion du temps type « zéro délai » joue un rôle symétrique au «zéro défaut ». Un dérapage en terme de délai sur une toute petite

portion du processus de production peut conduire à dépasser l'ensemble des échéances fixées. Or lorsque le délai est garanti, un contretemps conduit au règlement de pénalités. Au total, l'adoption d'une démarche de qualité ou de juste à temps modifie l'étalon de mesure de q_i. Par exemple, sans contrainte de délai il suffit que le composant fabriqué à l'étape i remplisse certains standards (de taille, poids etc.) pour que q_i soit égal à 1. Ceci ne suffit plus dès lors que les délais comptent : un composant remplissant les standards mais livré au poste de travail suivant avec un petit retard réduit q_i.

Enfin, la tension des flux de production contribue aussi à renforcer les interdépendances horizontales. Par tension des flux, on entend l'élimination des capacités excédentaires à toutes les étapes du processus de production (moyens humains, machiniques, stocks d'intrants et de produits intermédiaires). Or les capacités excédentaires permettent d'avoir une marge de manœuvre pour réviser les plans dès lors qu'un problème quelconque met un grain de sable dans le processus de production. Si un composant s'avère défectueux, on peut toujours en prendre un nouveau dans le stock, ce qui permet de poursuivre la production à même niveau de qualité sans mettre en cause les délais. Si un salarié manque à l'appel, la force de travail présente peut assurer sa charge de travail sans pour autant générer une accélération de cadence qui renforce la probabilité d'erreur etc. La tension des flux correspond à une économie de ressources, utiles lorsque celles-ci sont particulièrement onéreuses où lorsque par exemple le niveau des taux d'intérêts ou la différenciation des biens rendent le stockage très coûteux, mais elle fragilise le processus de production.

Ces interprétations conduisent à considérer que certains changements organisationnels peuvent modifier la technologie en la rapprochant des fonctions de type «O'ring». De nouveau, l'entreprise n'a intérêt à adopter ces changements que

si elle y trouve son compte en terme de profit. Enfin, notons que la « pluricompétence » ou la polyvalence peuvent représenter des moyens pour relâcher la sensibilité de la fonction de production à l'hétérogénéité des facteurs. Par exemple, dans un contexte de tension des flux, un salarié «pluricompétent » est capable de remplacer plusieurs types de salariés manquants. Elle recrée donc une marge de manœuvre, souvent décrite comme une flexibilité, là où la gestion au plus juste des ressources humaines l'avait supprimée. Même chose avec la polyvalence : elle permet à un même salarié de réaliser toutes les opérations élémentaires conduisant à la fabrication d'un bien. Ainsi, même si la main d'œuvre est hétérogène, la production d'un bien peut bénéficier d'un travail homogène pour autant qu'un même individu conduise l'ensemble des opérations de bout en bout.

c) La division verticale du travail[132]

Les modèles que nous venons d'examiner envisagent deux tâches A et B ou un ensemble n de tâches. Ils décrivent la manière dont le travail direct se décompose en opérations élémentaires, qui peuvent être réalisées simultanément ou successivement. C'est pourquoi nous avons considéré qu'il s'agissait d'une division horizontale du travail. Les modèles sur lesquels nous allons nous arrêter à présent se focalisent sur la direction verticale du travail, c'est à dire sur la séparation entre l'ensemble des tâches de production directe et les tâches d'information, de traitement de l'information, de planification, de supervision etc. que nous rassemblons sous le terme de tâches de conception. Dans les tâches de production directe (ou d'exécution

---

[132] Dans cette section, nous allons présenter de nouveaux aspects des deux modèles théoriques que nous avons proposé dans le chapitre V et développés dans le chapitre VI. Ils sont issus d'un travail collectif réalisés avec Dominique Guellec (1994) pour le modèle à main d'œuvre homogène, avec Eve Caroli et Dominique Guellec (1997) pour le modèle à main d'œuvre hétérogène. Nous renvoyons aux notes précédentes et à la bibliographie pour les références.

par opposition avec la conception), de l'énergie physique est dépensée dans la fabrication d'un bien ou d'un service alors que dans les tâches de conception, de la matière grise est mobilisée pour poser des problèmes, les résoudre, calculer etc. La division verticale du travail définit, de fait, le mode d'articulation entre le système d'information de l'entreprise et son système de production. Dès lors, il est peu surprenant de retrouver le modèle de Beckmann (1977) qui occupe une position symétrique à ceux de Kremer (1993) et Kremer et Maskin (1996) dans la formalisation des interdépendances horizontales. Nous ne reviendrons pas sur ce modèle qui a été commenté dans la sous-section b, ni sur celui de Rosen (1982), à main d'œuvre hétérogène, sur lequel nous nous arrêterons de nouveau en section C.

En revanche, nous allons examiner la dynamique productive qui marque les deux modèles que nous avons proposés dans le chapitre V. Les activités de conception y contribuent à la construction d'un savoir sur la production qui est indispensable à l'existence d'activités de production directe. En ceci nous rejoignons Beckmann (1985) selon lequel, dans une activité de production isolée, un individu doit produire des « services managériaux ». Cette hypothèse peut sembler contradictoire chez Beckmann qui inclut l'encadrement, la supervision et le contrôle dans « les services managériaux » alors même que ces activités perdent leur sens dès lors qu'un individu est seul à produire. Il nous semble plus précis et plus juste de parler de savoir ou de connaissances sur la production. Cette appellation évoque aussi les modèles où l'organisation est pensée comme un facteur de production. Mais nous nous éloignons de ces modèles en considérant que la nécessité de produire des connaissances sur la technologie n'est pas propre à un type particulier d'organisation, c'est un invariant de toute technologie de production. Ce que l'organisation détermine, c'est le «qui fait quoi quand où », et notamment le «qui est responsable de la production du savoir technologique ». Ainsi, nous ne supposons pas que seul le

chef d'entreprise fabrique du savoir mais que le fait qu'il s'attache exclusivement la prérogative des activités de conception est un mode d'organisation possible.

Le savoir productif est un facteur latent présent dans toute production. Nous rajoutons donc un espace supplémentaire à la représentation de la production, qui est celui des catégories de tâches, les tâches d'une même catégorie ayant en commun de requérir un input de même texture : matière grise ou énergie physique. On peut aussi désigner cet espace comme étant celui des facteurs latents ou des services des facteurs. Dans nos modèles, nous avons désigné par m le savoir technologique et par e l'énergie physique, tous deux produits par le facteur travail (n).

Dans le modèle à main d'œuvre homogène, les formes d'organisation correspondent à deux manières différentes de fabriquer du savoir : en spécialisant certains travailleurs à plein temps ou en demandant à tous les travailleurs d'y participer. Le coût associé supporté par l'entreprise est différent dans les deux cas : lorsqu'il y a spécialisation (centralisation de la production de savoir), l'entreprise paie un coût fixe élevé mais le coût de communication de ce savoir aux travailleurs directs est nul car sa mise en forme est standardisée et aisément appropriable par tous. En revanche, lorsque chacun contribue à la production de savoir (décentralisation), le coût fixe associé à la production d'une unité de connaissance est plus faible, mais à ce coût s'ajoute un coût variable de communication élevé car la décentralisation empêche l'utilisation d'un code standard facilitant la transmission. De plus, les travailleurs directs vont être plus autonomes lorsqu'ils participent à la production de savoir car ils peuvent trouver eux-mêmes les solutions aux problèmes qu'ils rencontrent. Lorsque les tâches de conception sont confiées à des spécialistes, ils doivent attendre que ceux-ci leur fournissent des solutions clef en main, qui présentent néanmoins l'avantage de pouvoir être utilisées ailleurs si un problème similaire advient. Ce modèle débouche sur une fonction de production qui est

contingente au mode d'organisation. Les économies d'échelle sont plus importantes lorsque les travailleurs directs ne sont pas autonomes mais l'arbitrage est néanmoins en faveur de leur autonomie lorsque le collectif de travailleur est petit. Ici encore, l'entreprise va choisir un modèle contre l'autre dès lors qu'il est associé à un niveau de productivité plus fort, associé à des profits supérieurs.

Pour aller au delà des aspects microéconomiques, nous avons plongé notre arbitrage organisationnel dans un cadre d'équilibre général avec différenciation des biens s'appuyant sur Stiglitz (1977) et Krugman (1980) et qui a été décrit dans le chapitre VI. Quels sont les conclusions sur lesquelles nous débouchons quant aux effets du changement organisationnel sur la croissance ? Nous avons vu que lorsque les entreprises décidaient d'adopter le modèle décentralisé, on observait un accroissement de la main d'œuvre affectée aux activités de R&D, alimentant une croissance plus forte du nombre de biens. Mais ces ressources plus importantes allouées à la R&D sont à l'origine d'un saut vers le bas du nombre total de travailleurs directs (n_t). Ce changement affecte le taux de croissance de la productivité de deux manières différentes. D'un côté, les rendements d'échelle sont moins fortement croissants dans le modèle décentralisé que dans le modèle centralisé. Le premier souffre donc relativement moins que le second de la baisse de la taille du collectif de travailleurs au sein de chaque entreprise. Mais cette baisse est plus rapide dans le second que dans le premier. Le résultat de ces deux effets dépend de la valeur des paramètres. Sachant que le taux de croissance de la productivité se ramène au produit du taux de croissance de la main d'œuvre (égal au taux de croissance du nombre de biens) et de l'élasticité de la production au travail, on calcule aisément l'écart du taux de croissance de la productivité entre les deux modes d'organisation. On note g^d_p et g^c_p ces deux taux, qui sont négatifs sachant que n_t diminue avec la croissance de B^s :

$$g_d^p - g_c^p = \delta N[1-\theta(\alpha_c + \alpha_d)] - 1 \qquad [7.1]$$

Si on suppose que N est grand, le déclin de la productivité est contenu (g_d^p-g_c^p est positif) quand les firmes passent au modèle décentralisé si les rendements d'échelle ne sont pas trop fortement croissants dans les deux modes de coordination (α_c+α_d) et si le goût pour la diversité (θ) est modéré (ce qui implique une accélération plus faible de la croissance du nombre de biens).

Dans certains cas, le passage à un modèle organisationnel décentralisé, où les travailleurs sont plus autonomes, conduit à un ralentissement de la croissance de la productivité du travail. Mais celle-ci s'accompagne d'une croissance plus soutenue du nombre de biens. Notre modèle à main d'œuvre homogène est donc compatible avec un ralentissement de la productivité au niveau macroéconomique alors même que les entreprises individuelles décident d'adopter une organisation plus décentralisée car elle est associée à des gains de productivité et à des profits plus élevés.

Notre modèle à main d'œuvre hétérogène n'affine pas les mêmes aspects que notre modèle à main d'œuvre homogène. La formalisation de l'autonomie des salariés est toujours au cœur du modèle mais nous laissons de côté la question de la communication du savoir au sein du collectif de travailleurs pour nous focaliser sur l'introduction de deux catégories de travailleurs : les qualifiés (n_q) et les non qualifiés (n_u). Lorsqu'elle choisit de spécialiser à plein temps une partie de sa main d'œuvre dans les activités de conception, l'entreprise y alloue des travailleurs qualifiés qui ont un avantage relatif dans ces tâches[133]. Par contre, lorsqu'elle préfère avoir recours à

[133] Nous avons noté δ la productivité dans les activités de conception et γ la productivité dans les activités d'exécution. L'avantage relatif des travailleurs qualifiés dans les premières s'écrit : $\delta^q/\delta^u > \gamma^q/\gamma^u$. Cette hypothèse

des salariés autonomes, l'entreprise demande à tous ses travailleurs, qu'ils soient qualifiés ou non, de s'investir dans ces deux activités. Cependant, nous avons vu dans le chapitre V qu'aucune entreprise ne choisit jamais une organisation caractérisée à la fois par la mixité et par l'autonomie de la main d'œuvre. Elle n'y a jamais intérêt en terme de profit. L'autonomie ressort donc associée à l'homogénéité de la main d'œuvre alors que la division verticale du travail est inséparable de la mixité du collectif de travailleurs. Comme dans le modèle à main d'œuvre homogène, le choix d'un mode d'organisation revient à opter pour une fonction de production particulière en fonction du niveau de profit qui y est attaché. L'entreprise change son organisation si elle y a intérêt. Mais contrairement à ce modèle, nous avons fait l'hypothèse d'une technologie à rendements constants dans les deux configurations organisationnelles formalisées.

Au niveau macroéconomique, nous avons montré qu'au fur et à mesure où la main d'œuvre qualifiée devient relativement plus abondante, l'économie passe par une séquence de régimes organisationnels que nous caractérisons par les choix des entreprises en matière de mode d'organisation (C ou D) et de type de main d'œuvre embauchée (u ou q). Le cœur de cette séquence est le passage du régime mixte D(u)-C(u,q) au régime totalement centralisé C(u,q), puis au régime mixte C(u,q)-D(q). Le graphique 7.1 représente comment se comporte la production agrégée le long de cette séquence qui peut être assimilée à une séquence temporelle dès lors que l'on fait l'hypothèse d'une élévation continue du niveau d'éducation de la population dans le temps.

[Insérer graphique 7.1]

---

fait écho à celle formulée par Lindbeck et Snower (1993) concernant l'efficacité relative des travailleurs de type 1

Dans le régime D(u)-C(u,s), la croissance de la production est plus élevée que dans les deux autres régimes. L'apparition et la diffusion d'organisations centralisées est donc associée à une croissance économique vigoureuse. Mais lors de la transition au régime C(u,q) où toutes les entreprises sont centralisées, la croissance marque le pas et se ralentit. Ce n'est que lorsque le régime C(u,q)-D(q) se met en place que ce ralentissement s'interromp, mais la croissance de la production ne retrouve pas le niveau atteint lors du régime D(u)-C(u,q).

Les mécanismes sous-jacents à cette dynamique productive tiennent à la présence ou non d'effets multiplicatifs associés à la main d'œuvre qualifiée. Dans notre formalisation très simple, le modèle décentralisé peut être assimilé à une production isolée. Chaque travailleur étant autonome, il produit indépendamment des autres. Il bénéficie du savoir qu'il fabrique mais n'en fait pas bénéficier les autres travailleurs. La technologie de production propre à ce modèle est linéaire lorsqu'on l'écrit dans l'espace des facteurs[134]. En revanche, dans le modèle centralisé le savoir produit par les travailleurs qualifiés bénéficie à tous les travailleurs directs. Comme nous l'avons remarqué au début de cette section, ces effets multiplicatifs peuvent être rapprochés de ceux formalisés par Beckmann (1977) ou Rosen (1982) dans leur modèle de hiérarchie. Notons aussi que l'autonomie, comme la «pluricompétence » ou la polyvalence neutralise ces effets.

Le régime D(u)-C(u,q) correspond à la situation où les effets multiplicatifs plus forts car les travailleurs qualifiés sont peu nombreux et les standards qu'ils constituent servent à une main d'œuvre directe abondante. Le taux de croissance de

---

et 2 sur les tâches A et B.

[134] Mais ce n'est plus le cas dans l'espace des facteurs latents ou des services des facteurs.

la production y est constant du fait de la constance du rapport numérique entre qualifiés et non qualifiés : au fur et à mesure où les travailleurs éduqués deviennent abordables pour les entreprises, des non qualifiés quittent D(u) pour s'apparier à des qualifiés dans C(u,q). Les effets multiplicatifs perdent leur ampleur dans le régime C(u,q) car le poids des travailleurs qualifiés y augmente régulièrement : un effort croissant est fourni pour construire un savoir qui bénéficie à des travailleurs directs de moins en moins nombreux. L'effet symétrique à celui décrit pour le régime D(u)-C(u,q) se met en place lors de la transition à C(u,q)-D(q). Ainsi, dans ce second modèle, le changement organisationnel est compatible, au niveau macroéconomique, avec un ralentissement de la croissance. Cependant, comme nous l'avons indiqué dans les chapitre VI, notre modèle à main d'œuvre hétérogène mérite d'être approfondi en formalisant les interactions à l'œuvre au sein de collectifs de travailleurs de type D(q).

d) La théorie des complémentarités productives

La théorie des complémentarités productives s'intéresse aux interdépendances entre les dispositifs organisationnels alors que les modèles que nous avons considérés jusqu'à présent formalisent la plupart du temps un changement dans une dimension organisationnelle, qui prend la forme de l'adoption d'un dispositif organisationnel particulier. Dans le tableau II.4 de la conclusion intermédiaire, nous avons proposé une synthèse des dimensions organisationnelles touchées par le passage du modèle organisationnel « ancien » au modèle organisationnel « moderne ». Nous avons considéré trois dimensions : la division horizontale du travail, la division verticale du travail et les interdépendances qui caractérisent à la fois le système d'information et le système de production. Nous avons aussi précisé que la cohérence entre les différents changements élémentaires n'était pas démontrée par les modèles, *a fortiori* lorsqu'ils se penchent sur une dimension à l'exclusion de toutes les autres. La

cohérence entre l'état des différentes dimensions de l'organisation du travail ou leur changement était néanmoins postulée dans les typologies d'entreprises qui ont été présentées dans le chapitre I (Mintzberg, 1981 ; Piore et Sabel, 1984 ; Eymard Duvernay, 1987 ; Boyer, 1991 ; Salais et Storper, 1992, 1994).

La théorie des complémentarités productive cherche à formaliser théoriquement cette notion de cohérence en s'appuyant sur des outils mathématiques particuliers. Mais dans les modèles théoriques proposés, les liens de complémentarité entre variables de décision organisationnelle sont tout autant postulés que dans les typologies précédentes. Par exemple, le tableau 5.1 (chapitre V) qui s'appuie sur les travaux de Milgrom et Roberts (1990, 1992) postule une cohérence, au sein de la « stratégie industrielle moderne » qui caractérise l'industrie américaine des années 80 et 90, entre l'intégration des services fonctionnels, la densification des réseaux de communication internes et externes de l'entreprise, la petite série, le renouvellement fréquent des produits, les équipements flexibles, etc.

Dans leur modèle de 90, qui met l'accent sur une partie des dimensions reportées dans le tableau 5.1, Milgrom et Roberts font l'hypothèse que les entreprises ont 12 variables de décision. Certaines de ces variables sont des classiques de la théorie microéconomique de la firme comme le prix des produits ou le coût marginal de production, mais d'autres concernent la flexibilité technologique (coût d'un lancement de production, coût de conception d'une amélioration de produit, coût supplémentaire de lancement de la production d'un produit renouvelé, coût des gaspillages lors d'un lancement de production) la qualité des produits (nombre espéré d'améliorations par produit et par période, nombre de lancements par période, la probabilité d'une série défectueuse et le nombre de produits) ou la gestion du temps et des délais (délai de réception et de traitement d'une commande, délai attendu entre le traitement d'une commande et sa production, délai de livraison). L'entreprise

adopte une démarche de qualité totale ou de juste à temps en choisissant le niveau des variables appartenant aux deux derniers groupes. L'exercice de statique comparative monotone mené par les auteurs les conduit à dire que le profit de l'entreprise est d'autant plus élevé qu'elle adopte simultanément des équipements flexibles, un renouvellement rapide des produits, une démarche de qualité totale et un système en juste à temps. Mais l'accroissement du nombre de produits ne participe pas à ce système de complémentarités. Par ailleurs, c'est la baisse du prix des équipements flexibles qui rend optimale cette stratégie pour l'entreprise. Comme nous l'avons vu dans le chapitre V, cet exercice prend appui sur la formulation d'un ensemble d'hypothèses quant aux relations fonctionnelles entre variables qui s'imposent à l'entreprise. Ce sont ces hypothèses qui déterminent les propriétés de supermodularité de la fonction de profit. Un raisonnement similaire se trouve au cœur des autres modèles examinés et rattachés à ce courant (Holmstrom et Milgrom, 1987 ; Milgrom et Roberts, 1988 ; Athey et Schmutzler, 1994).

Les conséquences sur les tests empiriques de cette formalisation des relations de complémentarité dans l'adoption de dispositifs techniques et organisationnels ont été explorées par Athey et Stern (1998). *A priori*, les manières les plus simples pour tester l'existence de complémentarités dans les dispositifs organisationnels reviennent soit à tester les corrélations qu'ils entretiennent entre eux conditionnellement aux variables observables qui peuvent expliquer leur adoption, soit à estimer une fonction de production ou une équation de productivité incluant, comme variables explicatives, les pratiques utilisées et leurs produits croisés. Les auteurs font l'hypothèse qu'une partie des variables explicatives de l'adoption par les entreprises (indicées par i) ne sont pas observées. Dans le chapitre V, nous avons vu qu'ils envisageaient quatre catégories de variables explicatives : celles qui affectent le rendement à l'adoption des pratiques (X^i et Z^i) et celles qui ont un impact sur

l'adoption sans affecter la productivité (W^i et U^i). Les variables que nous avons recensées dans le chapitre VI appartiennent à la première catégorie car elles poussent les entreprises au changement organisationnel en renforçant les gains associés aux nouvelles formes d'organisation relativement aux formes anciennes. Une nouvelle disposition réglementaire, concernant par exemple les normes sanitaires ou la pollution appartiennent à la seconde catégorie.

Pour chacun de ces deux groupes de variables explicatives du changement, Athey et Stern distinguent celles qui s'appliquent aux pratiques prises isolément les unes des autres (respectivement X^i et W^i) et celles qui sont spécifiques aux combinaisons de dispositifs (respectivement Z^i et U^i). Il y a dans l'économie J dispositifs organisationnels (indicés par j) et K combinaisons de dispositifs (indicées par k). Parmi les quatre vecteurs de variables (X^i, Z^i, W^i, U^i), celles qui ne sont pas observées sont notées (χ^i, ζ^i, ω^i, υ^i), les autres étant notées (x^i,z^i,w^i,u^i). Par exemple, X^i et Z^i sont des vecteurs de variables qui incitent à l'adoption car elle augmentent le rendement des pratiques. Les variables observables (x^i et z^i) sont les caractéristiques de la main d'œuvre, le prix des technologies, les politiques gouvernementales de soutien à la formation continue etc. Les variables difficiles à observer (χ^i et ζ^i) sont la qualité des programmes de formation, l'aversion au risque des travailleurs ou encore l'expérience passée de la main d'œuvre en matière de changements organisationnels.

La plupart des études empiriques sur les effets des dispositifs organisationnels s'appuient sur des données individuelles d'entreprises en coupe. L'hétérogénéité non observées ne peut donc pas être éliminée simplement au moyen d'effets fixes ou en travaillant sur des différences. De plus, en présence de complémentarités productives, un traitement de ce type est insuffisant pour éliminer toute l'hétérogénéité non observée. Dès lors, il y a de fortes chances que les estimations soient biaisées. Pour évaluer ces biais, il faut avoir une idée des relations qu'il y a

entre les variables non observées, et notamment savoir si elles sont indépendantes les unes des autres ou bien affiliées, autrement dit, fortement corrélées[135]. Plus intuitivement, il faut pouvoir identifier dans les corrélations mesurées, celles qui viennent d'interactions structurelles entre les choix de celles qui résultent d'interactions purement statistiques.

Afin de montrer les faiblesses des deux stratégies de tests que nous avons évoquées, Athey et Stern se placent dans le cadre peu exigeant où il n'y a pas d'effets systémiques (Z^i, U^i). Ils supposent que l'entreprise optimise son choix de dispositifs organisationnels dans un contexte où, pour tout j, sa fonction de profit est supermodulaire en (y_j, X_j^1), (y_j,-X_j^o), (y_j,W_j^1) et (y_j, -W_j^0) et où il n'y a pas d'interaction entre les pratiques en dehors de la fonction de production. Ils montrent alors que les deux stratégies de test sont valides s'il n'y a pas de variables exogènes non observables de type χ^i et si les non observables de type ω^i sont indépendantes les unes des autres. Cette situation correspond à des cas rares où la plupart des sources de variation de la performance ont été éliminées : segment très étroit d'un processus de production, équipements comparables, mesures précises des dispositifs organisationnels utilisés, etc. S'il existe des non observables de type χ^i, qui encouragent l'adoption d'une pratique en augmentant son rendement, alors les coefficients de corrélation estimés ainsi que ceux associés aux termes d'interaction de la fonction de production ont de fortes chances d'être biaisés, conduisant, selon les cas à l'acceptation ou au rejet à tort de l'hypothèse de complémentarité. Enfin, au-delà des variables exogènes non observées, il est aussi très dommageable de ne

[135] Un vecteur x de variables aléatoires est affilié s'il a une densité jointe g(x) telle que ln(g(x)) est supermodulaire.

pas observer l'usage d'un dispositif alors même qu'il participe au système de complémentarités.

Athey et Stern (1998) proposent donc une autre stratégie de test. Ils simplifient les formes fonctionnelles que nous avons présentées dans le chapitre V en ne considérant que les variables systémiques Z^i dans l'équation de productivité (les X^i, associées aux pratiques isolées sont incorporées au vecteur Z^i), en normalisant $\theta=E[\zeta]$ et en notant 1_k^i l'indicatrice de la combinaison k de pratiques organisationnelles. L'équation de productivité [5.99] devient alors :

$$f(y^i;Z^i,\alpha) = \sum_{k\in\{0,1\}^J} 1_k^i\left[\zeta_k^i + \alpha_k z_k^i\right] \qquad [7.2]$$

Les auteurs proposent aussi la spécification suivante pour le gain que l'entreprise obtient en faisant appel à la combinaison k :

$$\pi_k^i = \eta_k z_k^i + \varphi_k u_k^i + \zeta_k^i + \upsilon_k^i \qquad [7.3]$$

Soit $G(\zeta+\upsilon)$ la fonction de répartition de $(\zeta+\upsilon)$ et $F(\zeta)$ celle de ζ. Pour tenir compte des biais dans l'estimation de la fonction de productivité, il faut estimer des éléments de la distribution de ζ. Les auteurs établissent un ensemble de conditions selon lesquelles certains de ces éléments peuvent être identifiés. Ils proposent aussi d'estimer le système formé par l'équation de productivité [7.2] et les équations d'adoption (s'appuyant sur [7.3]) par une méthode de moments généralisés ou simulés. L'estimation d'un tel système permet d'imposer des contraintes sur les paramètres d'interaction qui sont porteuses d'information sur les gains associés aux combinaisons de pratiques et liés aux variables non observables de type ζ.

Dans les explorations empiriques que nous allons présenter à présent, nous n'allons pas utiliser cette stratégie de tests car elle requiert l'utilisation de variables instrumentales que les auteurs eux-mêmes ont le plus grand mal à identifier. Par ailleurs, l'usage de variables instrumentales inadéquates conduirait à enlever trop d'information aux indicateurs utilisés et à déboucher sur des résultats non concluants. Nous allons proposer une autre méthode que nous souhaitons approfondir dans nos travaux à venir.

B. Changements organisationnels et productivité : la persistance du paradoxe

Le tableau 7.3 résume l'ensemble des effets recensés dans les modèles sous revue. Le changement affectant les différentes dimensions organisationnelles modélisées est une réponse à un choc généré dans l'environnement de l'entreprise. Le changement rend l'entreprise mieux « adaptée » au nouvel environnement et donc plus performante que dans la situation où son organisation serait restée inchangée.

[Insérer tableau 7.3]

Dans l'histoire que raconte ces modèles, l'organisation de l'entreprise répond à une fonction : soit elle permet la meilleure allocation possible des facteurs de production compte tenu des problèmes d'information imparfaite que connaît l'entreprise, soit elle contribue à définir une technologie particulière (deuxième colonne du tableau 7.3). Dans les deux cas, l'entreprise choisit son organisation de manière à être la plus efficace possible. Cette efficacité ne se traduit pas dans tous les modèles par une productivité accrue, la propension à réaliser certains types d'innovation, la qualité de la production ou les délais associés à ses différentes étapes

sont aussi sensibles aux choix organisationnels de l'entreprise (troisième colonne du tableau 7.3).

On peut donc dire que la représentation de l'organisation qui traverse ces modèles est de type fonctionnaliste. Dans la majeure partie des modèles, le choix organisationnel concerne une dimension de la structure de l'entreprise à laquelle l'organisation de l'entreprise se résume (première colonne du tableau 7.3). Les choses sont différentes dans la variante proposée par la théorie des complémentarités productives. Les choix d'organisation y sont décrits comme le choix d'un ensemble de dispositifs organisationnels, dont les contours sont encore flous dans les articles que nous avons examinés, mais qui sont supposés complémentaires. Dès lors, les choix de dispositifs organisationnels ne sont pas indépendants les uns des autres et les entreprises les plus efficaces sont celles qui ont été capables de mettre en œuvre une grappe de dispositifs. En d'autres termes toutes les combinaisons de dispositifs dans la partition des organisations possibles ne conduisent pas à une performance accrue. Les entreprises qui arrivent en tête du palmarès des entreprises les plus performantes (« high performance organizations ») sont celles qui ont sélectionné une (la) bonne combinaison de dispositifs organisationnels.

On rencontre dans la littérature économique deux autres histoires sur les liens entre changements dans l'environnement des entreprises, changements organisationnels et performances. La première peut être décrite comme « constructiviste » et la seconde comme « radicale ».

Selon la première, les entreprises changent leur stratégie pour devenir plus compétitives que leurs concurrentes. Pendant les 20 dernières années, les entreprises ont conçu de nouvelles stratégies s'appuyant sur une qualité des produits accrue, des délais de livraison plus courts, l'offre de nouveaux services associés aux biens, le

renouvellement rapide de la gamme des produits etc. Ces objectifs ont été portés soit par de nouveaux entrants sur les marchés, soit par des entreprises en place qui ont transformé leur organisation pour être capables de les atteindre. Dans le même temps, ces stratégies ont modifié les règles du jeu, perturbé les marchés et rendu les transactions plus complexes et plus incertaines.

Selon la seconde, les vingt dernières années ont été marquées par l'invention de nouvelles méthodes pour mobiliser un effort plus grand des salariés. Ces méthodes s'appuient sur des pratiques managériales qui consistent à « faire rentrer » le marché dans l'organisation interne des firmes et à démanteler les systèmes d'emploi hérités du passé. Ces nouvelles pratiques transfèrent les coûts d'ajustement sur les travailleurs et les petites entreprises en position de sous-traitance. Les nouveaux dispositifs organisationnels détruisent les bons emplois du marché interne de l'entreprise et sont plus exigeants pour les travailleurs avec des contreparties qui n'évoluent pas ou qui s'amenuisent. Leur diffusion a été soutenue par la croissance lente, la concurrence internationale accrue et le développement des marchés financiers.

D'après ces trois histoires, changer son organisation permet d'améliorer sa performance ou de la conserver à un niveau supérieur à celui de ses concurrents. Mais chacune privilégie des indicateurs particuliers du changement organisationnel et de la performance. Selon les deux premières, l'inventaire des dispositifs organisationnels utilisés par le management fournit de bonnes mesures de l'organisation et de ses changements. Selon la troisième, il est aussi important de mesurer le changement organisationnel en examinant comment les différentes dimensions de l'effort des salariés ont été affectées. Selon la première et la troisième, la productivité ou le taux de profit sont de bons indicateurs d'efficacité tandis que la seconde tend à montrer qu'il est plus difficile de mesurer la performance avec des

indicateurs traditionnels comme la productivité car les objectifs associés aux changements organisationnels affectent la frontière entre le prix et la quantité d'un produit.

Nous allons poursuivre cette réflexion sur les indicateurs autour de deux tests empiriques sur données françaises qui se situent dans le prolongement de ceux effectués dans le chapitre I et dans le chapitre VI. Le premier s'appuie sur les données issues de l'enquête TOTTO auprès des salariés (section a), le second sur celles de l'enquête « changement organisationnel » auprès des entreprises (section b). Dans une troisième section (section c), nous évoquerons des résultats obtenus à partir d'autres enquêtes et concernant d'autres pays.

1. Intensité de la communication, productivité et stocks[136]

Dans le chapitre I, nous avons présenté des résultats issus des enquêtes TOTTO ainsi qu'une analyse des données reposant sur les réponses d'un échantillon de 1470 ouvriers rattachés à 776 entreprises industrielles de plus de 50 salariés. Dans le chapitre VI, nous avons construit 4 variables synthétiques à partir des variables primaires de l'enquête, puis nous les avons corrélées à des variables décrivant l'environnement de l'entreprise au moyen de modèles logit. L'objectif de ces premiers tests était d'avancer dans l'étude empirique des facteurs des changements organisationnels récents. A présent, nous nous intéressons à leurs effets sur les performances des entreprises.

---

[136] Cette section s'appuie sur les résultats de l'étude que nous avons réalisé à l'INSEE avec Dominique Guellec et qui a débouché notamment sur un article dans Economie et Prévision publié en 1994.

a) L'intensité de la communication comme mesure synthétique de l'organisation

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre VI, nous ne sommes pas encore en mesure de tester un modèle structurel rigoureusement dérivé de la théorie. Les données dont nous disposons sont encore trop limitées et les problèmes méthodologiques trop nombreux. Nous souhaitons simplement avancer dans cette exploration où la question de la mesure de l'organisation et de la performance sont fondamentales. Rappelons tout d'abord les caractéristiques de nos données. Il s'agit des réponses données par un échantillon d'ouvriers à l'enquête TOTTO de 1987. Il décrivent la manière dont ils travaillent dans l'entreprise qui les emploie au moment de l'enquête. Nous avons retenu 28 questions dans cette enquête pour réaliser nos traitements. Elles saisissent la manière dont l'ouvrier communique dans l'atelier et à l'extérieur de celui-ci, l'autonomie dont il bénéficie vis à vis de sa hiérarchie, les contraintes et les normes qui pèsent sur son travail et les technologies utilisées. Nous les avons retranscrites dans l'annexe I.2. Outre les 28 variables primaires issues des questions sélectionnées, nous avons construit quatre variables synthétiques qui ont été utilisées dans le chapitre VI et une analyse des données qui a été présentée dans le chapitre I.

Dans cette enquête, nous ne savons donc pas si l'entreprise dans laquelle l'ouvrier interrogé est salarié a changé son organisation. Nous savons simplement comment travaillent un ou plusieurs ouvriers qui y ont été sélectionnés au hasard. Néanmoins, les nouvelles formes d'organisation sont souvent décrites par leurs résultats sur le contenu du travail, et en particulier sur le travail de la main d'œuvre directe ou productive. Pour mesurer l'organisation, l'information divulguée par des ouvriers sélectionnés au hasard nous semble donc toute aussi intéressante que celle fournie par un « représentant » désigné de l'entreprise et décrivant le travail de

l'ensemble de son personnel. Ceci est d'autant plus vrai que, comme nous l'avons déjà souligné, il peut y avoir un écart important entre l'organisation de travail prescrite et l'organisation du travail concrète.

Il nous a semblé que la variable la plus à même de rendre compte des formes nouvelles d'organisation du travail telles qu'elles sont décrites dans la littérature managériale est la variable d'intensité de la communication[137] issue de l'analyse des données que nous avons présentée dans le chapitre I. Il s'agit des coordonnées des ouvriers sur le premier axe factoriel de l'analyse. Nous l'avons interprétée comme l'intensité de la communication. En effet, les variables contribuant le plus à l'inertie de cet axe sont les variables de communication bilatérale (échanges avec le chef, les collègues, les autres services et l'extérieur de l'entreprise) et multilatérale (groupes d'expression, cercles de qualité, boîtes à idées). D'autres variables contribuent aussi à l'inertie comme les contraintes hiérarchiques qui, lorsqu'elles sont faibles, sont associées à une communication plus intense et l'usage d'un ordinateur. C'est précisément cette combinaison qui rend la variable synthétique intéressante. Un ouvrier ayant une coordonnée d'une valeur élevée sur cet axe participe à un réseau dense d'échanges d'informations tout en étant plus autonome et en utilisant un ordinateur.

L'utilisation d'une variable issue d'une analyse des données permet de plus d'écarter les problèmes de multicolinéarité soulignés par Athey et Stern (1998). En effet, les axes d'une analyse des données résument l'information contenue dans un ensemble de variables qualitatives fortement corrélées les unes aux autres tout en

---

[137] Avec la nouvelle enquête COI, à deux volets, cette hypothèse pourra être testée directement car on dispose d'un côté d'une information sur les changements organisationnels mis en place par l'entreprise et de l'autre d'un information similaire à celle de l'enquête TOTTO, prélevée auprès d'échantillons de 1 à 3 salariés par entreprise.

étant par construction orthogonaux les uns des autres. Si l'on utilisait l'ensemble des variables primaires que l'on pressent comme associées aux nouvelles formes d'organisation dans une régression pour expliquer la performance de l'entreprise, les résultats seraient, d'une part, difficile à lire et à commenter et d'autre part les coefficients auraient de fortes chances d'être biaisés et / ou peu précis. En conclusion de leur article, ces auteurs indiquent d'ailleurs qu'ils souhaitent analyser de manière plus rigoureuse les propriétés de l'agrégation de variables décrivant l'organisation dans des variables synthétiques comme celles issues des méthodes de classifications automatiques.

Si on se réfère à présent aux modèles théoriques, la variable d'intensité de la communication semble être un bon indicateur de la nature de la structure d'information. Dans une structure d'information verticale, les ouvriers ne participent pas aux échanges d'information alors qu'ils le font dans une structure d'information horizontale (Aoki, 1990a). Une intensité de la communication faible (forte) correspondrait donc plutôt aux premières (secondes). L'intensité de la communication peut aussi rendre compte des différentes formes de division du travail entre tâches de conception et d'exécution que nous avons cherché à formaliser dans nos deux modèles théoriques. Un ouvrier qui participe aux tâches de conception communique plus avec son entourage sur les questions concernant la production qu'un ouvrier dont le travail se limite à l'exécution. Dans ces modèles, l'échange d'informations contribue à la constitution d'un savoir productif assimilable à un service intermédiaire où à un facteur de production latent. Toutes les organisations échangent de l'information. La spécificité du modèle de production décentralisée est que la main d'œuvre directe participe au circuit d'échange tandis que dans le modèle centralisée, elle en est exclue, la production de savoir étant exclusivement assurée par de la main d'œuvre indirecte.

b) Un fonction de production pour analyser la performance de l'organisation

Comment l'intensité de la communication contribue-t-elle à la performance de l'entreprise ? Nous allons examiner deux domaines de performance : la productivité et la maîtrise des stocks. Nous pouvons les appréhender statistiquement car nous avons apparié l'échantillon d'ouvriers issu de l'enquête TOTTO à des bases de données entreprises grâce à la présence du numéro SIREN des entreprises pour lesquelles les salariés interrogés travaillent. Ils s'agit de données issues de SUSE (« système unifié de statistiques d'entreprise ») et de l'Enquête sur la Structure des Emplois (ESE). L'annexe III.1 explique comment les fichiers appariés ont été construits.

Nous allons analyser l'effet de l'intensité de la communication sur la productivité au moyen de l'estimation d'une fonction de production. L'introduction de variables liées à l'organisation dans une fonction de production a déjà été effectuée par un certain nombre d'auteurs proche des théories qui considèrent l'organisation comme un facteur de production spécifique. L'approche la plus courante est d'introduire soit des variables représentant la composition du capital de l'entreprise, soit un indicateur de la qualité du management. Dans le premier cas, on cherche à mesurer l'intensité de la pression de l'actionnariat sur le management, dans le second, on mesure directement les compétences du chef d'entreprise ou de son « état-major ». Selon ces approches, l'efficacité de l'organisation se ramène à celle de l'entrepreneur qui la dirige. Le travail appliqué de Mefford (1986) est un bon exemple de ce type de démarche : il estime une fonction de production faisant intervenir comme intrant aux côtés du capital et du travail, une variable directe de la qualité du management. La variable est issue du croisement de trois critères selon lesquels les actionnaires jugent en général un chef d'entreprise : l'écart entre

production et coûts planifiés et réalisés et le taux de défectuosité des produits. Il trouve un impact positif significatif de la qualité du management.

Notre mesure de l'intensité de la communication est un indicateur de la contribution des ouvriers de l'entreprise à la construction du savoir productif. Dès lors, notre démarche entretient des liens de parenté avec les travaux économétriques visant à estimer la productivité de l'activité de recherche (Griliches, 1979 ; Mairesse et Mohnen, 1990 ; Crépon et Mairesse, 1994). Ces travaux assimilent les dépenses de recherche à un capital. Ils évaluent donc un stock de capital recherche à partir des flux investis par l'entreprise chaque année. L'entreprise sait évaluer sa recherche formelle, c'est à dire celle conduite par son service de R&D qui est doté d'un budget spécifique. Par ailleurs, les aides fiscales à la recherche comme le crédit d'impôt recherche incite l'entreprise à poursuivre une comptabilité de ces dépenses.

Le savoir qui nous intéresse est bien plus difficile à évaluer car il n'est pas localisé dans l'entreprise mais diffus. En ce sens, il s'apparente plutôt à de la recherche informelle que les enquêtes sur la R&D ne savent pas mesurer. De plus lorsque l'entreprise change son organisation pour devenir plus décentralisée, elle ne passe pas d'une situation où elle n'investit pas dans le savoir productif à une situation où elle investit, elle modifie la forme que prend ce savoir en changeant la manière dont il se construit dans l'entreprise. Dès lors, il nous semble difficile d'assimiler notre variable d'intensité de la communication à une sorte de capital organisationnel. Si l'on poursuit la logique de nos deux modèles théoriques, comme d'ailleurs dans celle des modèles de théorie des équipes, la forme de l'organisation joue avant tout sur la forme de la fonction de production et donc sur l'efficacité des facteurs de production classiques : le travail et le capital. Au delà de nos modèles théoriques, cette conséquence des changements organisationnels a été aussi souligné par des spécialistes de la gestion des entreprises :

« un même facteur travail et un même facteur capital-coefficients de qualité inclus-peuvent donner des résultats très divergents, car leur productivité respective dépend fondamentalement des choix socio-organisationnels qui sont faits pour leur mise en œuvre : des horaires flexibles, une organisation non taylorienne, une bonne circulation de l'information, peuvent modifier radicalement l'efficacité d'utilisation d'un même travail salarié et d'un même parc de machines. » (Lorino, 1987)

C'est ce que nous allons tenter de tester en recourant à la fonction de production translog qui, par sa flexibilité, permet d'approcher le plus grand nombre de formes différentes de fonction de production. De plus cette fonction prend en compte les effets du volume des facteurs sur leur efficacité, permettant ainsi de mieux isoler l'effet de l'intensité de la communication dont on a vu dans le chapitre VI qu'elle n'était pas indépendante de la taille de l'entreprise. Cette fonction a la forme suivante :

$$\begin{aligned} \ln Y = {} & (a_1 + a_2 COM)K^* + (c_1 + c_2 COM)L^* + (e_1 + e_2 AGE)COM \\ & f_1(\ln K)^2 + f_2(\ln L)^2 + f_3 \ln K \ln L + s_0 \end{aligned} \qquad [7.4]$$

K* et L* représentent respectivement les volumes de capital et le travail, exprimés en unités efficientes, c'est à dire compte tenu de leur qualité, de l'âge des équipements pour le capital et de la structure de la main d'œuvre par qualifications pour le travail. Ils s'écrivent de la manière suivante :

$$\begin{aligned} K^* &= \ln K + bAGE \\ L^* &= \ln L + \ln\left(1 + \sum_{q=1}^{Q-1} d_q \frac{L_q}{L}\right) \end{aligned} \qquad [7.5]$$

K et L représentent respectivement le volume du capital et du travail, AGE l'âge des équipements et L_q ($q \in [1,Q]$) l'effectif de la $q^{ième}$ qualification présente dans l'entreprise sachant que l'on distingue Q qualifications différentes. Ces formes sont courantes dans les approches économétriques de la production (Mairesse et Sassenou, 1989, Sevestre 1990 ; Crépon et Mairesse, 1994). Les termes quadratiques concernant les mesures de la qualité des facteurs (âge du capital et parts des différentes qualifications) ont été contraints à être égaux à zéro afin d'alléger l'estimation.

L'intensité de la communication (COM) intervient directement, comme un terme de progrès technique induisant un déplacement vers le haut de la frontière d'efficacité des facteurs. Elle intervient aussi indirectement en affectant l'efficacité des facteurs de production dans leur dimension « volume » aussi bien que dans leur dimension « qualité », soit l'emploi total et sa structure par qualifications, le stock de capital en volume et son âge.

Pour compléter l'analyse des performances de l'entreprise en allant au delà de l'analyse classique de la productivité, nous allons aussi chercher à approcher le comportement de stockage de l'entreprise et à tester l'influence que l'intensité de la communication a sur lui. Il est en effet courant de lire que les nouvelles formes d'organisation visent à optimiser l'ensemble des flux de l'entreprise pour maintenir les besoin de ressources au niveau le plus faible possible. Une meilleure circulation de l'information sur les problèmes rencontrés dans la production devrait dès lors permettre à l'entreprise de répondre à la demande pour ses produits en limitant au maximum les quantités stockées.

On peut partir d'un modèle simple d'accélérateur flexible : l'entrepreneur cherche à ajuster sa production à la demande anticipée en ayant pour cible un niveau de stock désiré S_t* :

$$\begin{cases} S_t - S_{t-1} = v(S_t^* - S_{t-1}) + c + \varepsilon_t \\ S_t^* = \beta D_t^a \end{cases} \qquad [7.6]$$

S_t représente le niveau des stocks à la date t, v la vitesse d'ajustement de S_t au niveau de stock désiré S_t*, D_t^a le niveau de demande anticipée et ε_t le stock tampon résultant des erreurs d'anticipation sur la demande. On peut réécrire l'équation qui détermine le niveau des stocks à t :

$$S_t = (1-v)S_{t-1} + v\beta D_t^a + c + \varepsilon_t \qquad [7.7]$$

Si l'information circule de façon plus fluide dans l'entreprise, l'entreprise pourra ajuster son offre à la demande de manière plus efficace en s'appuyant sur un niveau permanent de stocks plus faible. Nous allons donc chercher à tester si les entreprises marquées par une communication plus intense au sein de l'atelier sont parvenues à changer leur comportement de stockage en réduisant leur coefficient marginal de stock désiré.

Pour tester cette hypothèse, l'idéal serait de disposer de séries chronologiques afin d'estimer l'équation sur plusieurs sous-périodes, de vérifier si l'on observe une dérive temporelle du coefficient β et de corréler cette dérive avec notre variable d'organisation (Greenan, 1990). Mais nous n'avons pas les données nécessaires pour procéder à cette estimation directe. Notre test sera donc beaucoup plus simple. Nous simplifions l'équation en supposant une vitesse d'ajustement instantanée et des anticipations parfaites (qui induisent l'absence de stock tampon). Dès lors, les

variations du ratio de stocks (S_t / D_t^a) en moyenne période peuvent être expliquées par l'intensité de la communication.

c) Un seul salarié suffit ?

Sur quelles statistiques s'appuie l'estimation de la fonction de production ? Pour mesurer Y, nous utilisons la valeur ajoutée en valeur issue des déclarations fiscales. La mesure du stock de capital en volume, K ,est construite à partir des immobilisations déclarées à la fin de l'année 1986 dans les comptes des entreprises et d'un déflateur prenant en compte les différentes générations de capital. L'âge du capital, AGE, est évalué à partir des amortissements figurant dans les déclarations fiscales. L'emploi total L est approché par la moyenne des effectifs au 31 décembre déclarés par l'entreprise en 1986 et 1987. Nous décomposons cet effectif en 5 qualifications grâce aux données de l'ESE : les cadres et ingénieurs techniques (q=1), les cadres administratifs et commerciaux (q=2), les ouvriers qualifiés et les agents de maîtrise (q=3), les employés (q=4) et les ouvriers non qualifiés (q=5). Ce sont les parts dans l'effectif total de ces qualifications qui sont introduites dans l'estimation, la part des ouvriers non qualifiés étant omise et servant donc implicitement de qualification de référence. Elles sont désignées respectivement par les notations CTEC, CADM, OQ et EMP. Nous avons ajouté à l'estimation des indicatrices sectorielles correspondant à la NAP définie au niveau 40, soit à 18 secteurs industriels.

Les données sur les stocks que nous utilisons sont issues du bilan et du compte de résultat de l'entreprise. Pour mesurer le stock de produits, nous sommons les encours de production de biens, de services et de produits intermédiaires qui apparaissent au bilan et nous en retranchons la moitié de la production stockée déclarée au compte de résultat. L'hypothèse d'anticipations parfaites nous permet

d'utiliser le chiffre d'affaires issu de la vente de biens et de services pour mesurer la demande. Ces indicateurs laissent de côté les marchandises achetées par l'entreprise et revendues en l'état. Nous construisons de la même manière un indicateur pour les stocks de matières premières (stocks de matières et d'approvisionnements du bilan – ½ de la variation de stocks matières du compte de résultat) que nous allons mettre en relation avec la production totale déclarée par l'entreprise. Nous calculons l'évolution des ratios de stocks entre 1984 et 1987 (indice 100 en 1984) et nous estimons un modèle linéaire où l'intensité de la communication mesurée en 1987 intervient comme argument à côté d'un jeu de 18 indicatrices sectorielles.

Nous avons déjà indiqué que nous allions utiliser l'indicateur d'intensité de la communication issu de l'analyse des données qui a été présenté dans le chapitre I. Il s'agit d'une combinaison linéaire des variables de l'enquête TOTTO, les variables de communication y entrant avec les poids les plus élevés. Comme cette variable est mesurée au niveau des ouvriers interrogés, nous avons plusieurs coordonnées pour une entreprise lorsque cette entreprise est représentée par plus d'un ouvrier, c'est à dire dans 25% des cas environ. Pour se ramener au niveau de l'entreprise, nous prenons la moyenne de cette variable.

Il peut sembler très fragile de procéder ainsi sachant que dans la plupart des cas, c'est la réponse d'un seul ouvrier interrogé qui a été utilisée pour mesurer notre indicateur de communication. Un certain nombre d'arguments tempèrent cette impression. Tout d'abord, les questions de l'enquête sont formulées en faisant référence à des faits concrets comme « demander des renseignements » ou « discuter du contenu du travail ou de la manière de procéder ». Ainsi, les aspects liés à la personnalité de la personne interrogée sont atténués. Ensuite, nous pouvons noter que les enquêtes auprès des entreprises sont aussi réalisées en général auprès d'une seule personne qui a été désignée pour représenter l'entreprise. Si l'on avait demandé à

cette personne, souvent un responsable financier, si, par exemple, les ouvriers de l'entreprise demandent souvent des renseignements à leurs collègues pour faire correctement le travail, leur réponse n'auraient sans doute pas été plus fiable. Dans l'annexe III.2, nous montrons qu'il y a un effet « entreprise » fort et significatif lorsque l'on examine les échantillons où plus d'un salarié a été interrogé dans l'entreprise. De plus, l'appartenance à une même entreprise discrimine plus les réponses des ouvriers que des caractéristiques individuelles comme l'âge ou la qualification.

Enfin, l'indicateur que nous mesurons est une moyenne calculée sur un échantillon d'ouvriers sélectionnés de manière aléatoire dans l'entreprise. Nous sommes donc dans un cas classique d'erreur de mesure puisqu'il s'agit d'une erreur d'échantillonnage. Dans l'annexe III.2, nous montrons que l'utilisation, dans une régression, d'une moyenne ou d'une fréquence calculée sur un échantillon plutôt que sur la population exhaustive de l'entreprise génère un biais vers le bas dans le coefficient estimé[138]. Ce biais peut être évalué et corrigé. En revanche, la statistique de Student reste valide pour tester le degré de significativité du coefficient.

Pour cette raison, on peut affirmer qu'un seul salarié interrogé par entreprise suffit pour tester l'impact d'un indicateur construit à partir de ses réponses. Et l'on peut évaluer le biais dans les coefficients estimés si l'on dispose par ailleurs d'un échantillon de taille suffisante d'entreprises avec au moins deux salariés interrogés[139]. Nous nous trouvons précisément dans ce cas avec l'échantillon

---

[138] La méthode proposée dans l'annexe s'appuie sur un travail réalisé avec Jacques Mairesse et qui a donné lieu à deux publications (Greenan et Mairesse, 1996 ; Mairesse et Greenan, 1999).

[139] Ce résultat a été utilisé pour construire le sondage à deux niveaux employeur / employé de la nouvelle enquête COI (« Changements Organisationnels et Informatisation »).

d'entreprises issu de l'enquête TOTTO, mais corriger le biais entachant le coefficient associé à la variable d'intensité de la communication n'a que peu d'intérêt. Etant issue d'une analyse des données, cette variable est une variable quantitative reposant sur un ensemble de variables qualitatives. La grandeur sous-jacente à la mesure de l'intensité de la communication est donc très intangible et la valeur du coefficient associé n'est pas parlante. L'annexe III.2 présente deux applications de la méthode de redressement proposée à l'enquête TOTTO, l'une porte sur l'estimation d'un taux d'équipement informatique dont on examine l'impact sur la productivité, l'autre sur l'estimation de la part de la main d'œuvre féminine, qui est corrélée au salaire moyen versé par l'entreprise. Cette méthode, qui permet d'utiliser des variables construites à partir des réponses de salariés dans des régressions de niveau entreprise, ouvre tout un champ de mesure nouvelle à l'analyse empirique du comportement des entreprises. Elle est particulièrement intéressante pour tout ce qui a trait à l'organisation du travail qui est difficile à mesurer en s'appuyant sur les seules réponses de responsables de l'entreprise.

d) Les résultats

Nous allons estimer notre fonction de production en coupe en 1987 sur un sous-échantillon de 675 entreprises de l'industrie manufacturière de plus de 50 salariés, présentes en 1986 et 1987 dans les fichiers de l'enquête TOTTO, de SUSE et de l'ESE. Nous utilisons la méthode des moindres carrés non linéaires, selon un algorithme de Gauss-Newton. Les résultats sont présentés dans le tableau 7.4.

[Insérer tableau 7.4]

Les deux premières colonnes de ce tableau donnent les estimations du modèle sans la variable d'intensité de la communication, tandis que les deux dernières correspondent à une estimation incluant cette variable directement (coefficient e_0), et

croisée avec les facteurs de production exprimés en unités efficiente (a_2, c_2 et e_1). On observe que globalement, l'introduction de la variable de communication améliore de manière significative la qualité des estimations.

L'intensité de la communication a un effet direct positif mais non significatif sur la productivité totale des facteurs (e0). Par contre, elle agit de manière nette sur l'efficacité des facteurs de production pris isolément. Plus la communication est intense et plus l'efficacité du travail est élevée, indépendamment du type de qualification (c_2). Inversement l'usage du capital (corrigé de son âge) est moins efficace dans les entreprises communicantes (a_2), effet en partie compensé par un usage plus performant du capital ancien (e_1) mais ce résultat est plus fragile.

[Insérer tableau 7.5]

Qu'en est-il du comportement de stockage de l'entreprise ? Aucun effet significatif n'a pu être mis en évidence sur les stocks de matières. Nous ne reportons dans le tableau 7.5 que le résultat concernant les stocks de produits. Cette estimation montre que les entreprises communicantes ont vu leur ratio de stocks produits diminuer plus que les autres entreprises du même secteur entre 1984 et 1987.

Comment interpréter les résultats obtenus ? L'absence d'un effet positif significatif de l'intensité de la communication sur la productivité totale des facteurs est inattendu et demande à être analysé. Rappelons tout d'abord que le mode de construction de notre indicateur à partir des réponses de quelques ouvriers par entreprise ne peut être statistiquement mis en cause si l'on ne s'intéresse qu'au signe et à la significativité des coefficients estimés. De nombreux autres tests ont par ailleurs été réalisés, en utilisant les coordonnées des salariés sur le deuxième axe de l'analyse des données, les quatre variables synthétiques construites pour l'estimation

des modèles du chapitre VI ou encore les variables primaires de l'enquête et en recourant à des formes fonctionnelles plus simples. La variable d'intensité de la communication est celle dont les effets sur la performance sont les plus nets et aucune autre variable n'est associé à un effet significatif et positif sur la productivité totale des facteurs.

Les trois histoires que nous avons évoquées dans l'introduction de la section A privilégient toutes l'hypothèse d'un impact positif des nouvelles formes d'organisation sur la productivité lorsque l'on compare, au sein d'un même secteur d'activité, les entreprises innovantes à celles qui ne le sont pas. Elles donnent cependant quelques idées sur les raisons pour lesquels les effets que nous mesurons sur la productivité totale des facteurs sont inexistants.

Selon la première histoire, privilégiant l'approche fonctionnaliste, il pourrait y avoir des coûts d'ajustement élevés à changer son organisation, et ceci d'autant plus si les changements organisationnels doivent être adoptés par grappe. Selon, l'histoire « constructiviste », l'existence de coûts d'ajustement est aussi probable, mais de plus la productivité n'est pas forcément le meilleur indicateur de la performance de l'entreprise. Les indicateurs de performance, ainsi que les indicateurs d'organisation doivent être pensés en liaison avec la stratégie de l'entreprise. L'« ancienneté » relative de nos données, peut privilégier l'explication en terme de coût d'ajustement : il est possible qu'en 1987 dans l'industrie, les changements organisationnels favorisant la communication au sein des ateliers aient été encore incomplet et / ou en cours d'implantation. L'effet négatif de l'intensité de la communication sur le ratio de stock de produits, irait, quant à lui en faveur de l'histoire « constructiviste ».

Enfin, l'histoire radicale tend à indiquer qu'il est préférable de mesurer les changements organisationnels en interrogeant des salariés plutôt que des

représentants de l'entreprise. Elle souligne aussi que les mesures les plus intéressantes sont celles qui appréhendent l'évolution de l'effort des salariés. La détérioration des conditions de travail dont nous avons parlé dans le chapitre I serait un indice en faveur de cette histoire. Ajoutons cependant que la détérioration des conditions de travail qui ont été mesurées par les enquêtes peut aussi être interprétée comme témoignant des coûts d'ajustement : le travail devient plus stressant car les changements organisationnels sont brutaux du fait de leur adoption par grappe et parce que leurs conséquences sur la main d'œuvre, notamment la main d'œuvre âgée ou faiblement qualifiée, n'ont pas été suffisamment anticipées. Notre indicateur d'intensité de la communication est relativement bien accordée à l'histoire radicale : lorsqu'elle est forte, l'intensité de la communication traduit une complexification du travail des ouvriers qui doivent à la fois produire et conceptualiser autour de leur travail quotidien, ce qui réclame une attention et une concentration particulièrement importante. L'absence d'effet significatif sur la productivité totale des facteurs serait plutôt liée aux insuffisances de cet indicateur. Les changements organisationnels visent en effet à accroître avant tout la performance financière qui n'est pas forcément corrélée à la productivité totale des facteurs. C'est cette hypothèse que privilégie Coutrot (1996, 1998) dans une étude sur laquelle nous reviendrons.

Pour interpréter nos résultats, il faut aussi expliquer les effets opposés et d'égale ampleur de l'intensité de la communication sur le travail et le capital. Avec une méthodologie différente et des données temporelles par secteurs, Cette et Joly (1984) obtiennent un résultat très proche du notre. Leur étude économétrique montre, au travers de l'estimation d'un modèle de production à générations de capital et à facteurs complémentaires, que le progrès technique incorporé dans les équipements (mesuré par leur date d'installation) a une influence positive sur l'efficacité du travail et négative sur l'efficacité du capital quel que soit le secteur industriel considéré (cinq

secteurs sont considérés, correspondant au niveau 15 de la nomenclature) et sur les deux sous-périodes 63-74 et 74-82. Il semble donc que l'investissement en technologies modernes économise le travail au prix d'une déséconomie de capital. Or nous observons dans nos données que les entreprises les plus communicantes ont plus investi que les autres entre 1984 et 1987 et leurs ouvriers utilisent plus souvent des technologies de fabrication avancées, robots et machines outil à commande numérique et surtout ordinateurs. Il est donc possible que l'impact de l'intensité de la communication sur les élasticités de la production au travail et au capital reflète les choix technologiques des entreprises plus communicantes.

Pourquoi les technologies informatiques auraient-elles un tel effet ? Selon les experts en gestion (Bultel (1984), par exemple) les critères pertinents d'évaluation économique des projets d'investissement en technologies flexibles sont complexes et en rupture avec le cadre traditionnel des études de rentabilité relative des investissements. Il est possible que l'incertitude inhérente à un tel changement des règles ait conduit un certain nombre de firmes à surestimer la rentabilité espérée de ces investissements, et donc à effectuer une substitution excessive entre capital et travail. Une autre explication recouperait notre histoire «constructiviste » et serait cohérente avec les résultats de l'estimation de notre équation de stocks : ce type d'investissement serait guidé davantage par la recherche de la flexibilité que par la recherche de la productivité directe, la première étant obtenue au détriment de la seconde. Ainsi, Lorino (1987) souligne-t-il que les méthodes de production en juste à temps consistent, en raccourci, «à échanger du stock contre de la surcapacité », de manière à fabriquer à la demande y compris lors des pics du marché, à réduire la durée des cycles et à avoir une meilleure maîtrise de la qualité. Pour vérifier cela, il faudrait pouvoir corriger la production de ces effets, en introduisant par exemple un indicateur de différenciation des biens ou de fluctuation de la demande.

Ces deux explications ne rendent cependant compte que d'une partie du résultat de notre estimation. L'effet constaté de la communication sur l'efficacité du capital selon son âge appelle une explication complémentaire. Le point de départ en est le constat, rapporté par nombre d'études de cas, que l'automatisation et surtout l'informatisation ouvrent la voie à des changements dans la dynamique productive sans en déterminer le contenu. Un apprentissage est donc nécessaire afin de découvrir les usages de ces technologies qui seront les plus intéressants pour l'entreprise. Ces usages peuvent à leur tour rendre les savoir-faire antérieurs largement inutilisables et modifier les compétences requises des salariés. L'apprentissage se fait par la pratique, par essais et erreurs, qui fourniront d'autant plus d'information que l'organisation favorisera l'autonomie et les échanges dans l'atelier : ainsi se constituera plus rapidement un savoir produire adapté aux conditions nouvelles de la production. Les entreprises ayant investi dans de telles techniques sont pénalisées de manière transitoire par les procédés modernes qu'elles utilisent, puisque la maîtrise de ceux-ci n'est pas immédiate. Cet impact négatif disparaît sur un matériel plus ancien dont la maîtrise est accrue : l'effet croisé positif de l'âge du capital et de l'intensité de la communication traduit ce processus d'apprentissage.

Cette explication rejoint les analyses de David (1990). Etudiant l'évolution et la diffusion des technologies utilisant l'électricité durant le premier tiers du 20ème siècle en remplacement de la vapeur, David montre que leur impact sur la productivité n'a pas été immédiat. La traduction de cette innovation majeure en gains de productivité sensibles a nécessité une adaptation précise des techniques nouvelles à chaque usage, une transformation globale des techniques et de l'organisation de la production dans les entreprises dépassant largement les composantes liées directement au type d'énergie utilisé. Ces transformations sont donc profondes, elles

passent par un processus d'expérimentation, de tâtonnement qui inclue des échecs, et elles nécessitent un délai long (trois décennies dans le cas de l'électricité). L'informatisation pourrait actuellement jouer un rôle de « technologie générique » (s'étendant à l'ensemble des secteurs de production) identique à l'électricité à un demi-siècle de distance, et elle poserait des problèmes similaires de maîtrise et d'adaptation.

Le « paradoxe de la productivité » énoncé par Solow en 1987 dans le New York Times Book Review persiste donc dans ces résultats. En effet, alors que tout semble indiquer que les nouvelles formes d'organisation favorisent la productivité des entreprises, nous ne parvenons pas à mettre en évidence un tel effet dans nos données. Ce paradoxe persiste d'autant plus que notre mesure de l'organisation est positivement corrélée à l'usage des technologies de l'information. On pourrait en effet penser (Caby, Greenan, Gueissaz et Rallet, 1999) que l'organisation joue un rôle médiateur pour favoriser un usage efficace de ces technologies. L'étude que nous allons présenter dans la section suivante cherche à creuser ces questions en mobilisant les données, plus récentes, de l'enquête « changement organisationnel » et en séparant l'effet de la technologie de celui de la dynamique organisationnelle.

2. Changement organisationnel, productivité et emploi[140]

L'enquête «changement organisationnel » permet d'aborder la question des effets de l'organisation sur la performance des entreprises sous un angle complémentaire à celui de l'enquête TOTTO. En effet, cette enquête a été réalisée directement auprès d'un représentant de l'entreprise, le directeur de la production

[140] Cette section s'appuie sur un article que nous avons publié en 1996 dans *Economie et Statistique*, N°298, pp. 35-44 : « Progrès technique et changements organisationnels : leur impact sur l'emploi et les qualifications ».

dans la plupart des cas, et les questions mobilisées ne portent pas sur l'état de l'organisation à la date de l'enquête comme c'est le cas pour TOTTO mais sur son évolution dans le temps. La période couverte est aussi plus récente puisqu'il s'agit des changements intervenus dans les entreprises industrielles entre 1987 et 1993.

De plus, nous n'allons pas traiter les données de l'enquête « changement organisationnel » de la même manière que celles de l'enquête TOTTO. Plutôt que d'utiliser une variable synthétisant à la fois des aspects d'organisation et de technologie, nous allons les mesurer de manière séparée dans le prolongement de ce que nous avons fait dans le chapitre I et dans le chapitre VI. Nous n'allons pas non plus estimer une fonction de production aussi complète que la fonction translog. Dans la section précédente, l'organisation était mesurée en coupe ce qui a déterminé la forme de notre estimation et nous a poussé à introduire le plus possible de variables de contrôle. La source que nous mobilisons ici nous fournit une information sur les changements intervenus pendant une période de 5 ans. Nous pouvons donc travailler sur des différences longues où les estimations intègrent implicitement les « effets fixes ». Enfin, nous allons examiner simultanément plusieurs indicateurs en nous intéressant à la fois à la productivité et au niveau de l'emploi dans l'entreprise.

Pour analyser l'impact des changements technologiques et organisationnels sur la productivité et l'emploi, nous avons apparié l'enquête « changement organisationnel » avec les mêmes sources que celles que nous avons utilisées pour l'enquête TOTTO : données issues de SUSE (« Système Unifié de Statistique d'Entreprise ») et enquête sur la structure des emplois (ESE). Le travail d'appariement est ici plus simple que pour les données de l'enquête TOTTO puisque l'unité d'observation n'est pas le salarié dans l'entreprise mais l'entreprise elle-même ou tout au moins l'entreprise telle que se la représente le responsable interrogé. Comme l'enquête « changement organisationnel » s'intéresse à des

changements intervenus sur une période de 5 ans et que les sources appariées sont mises à jour tous les ans, nous avons tenté de reconstituer une petite série temporelle pour chaque entreprise. L'annexe III.3 fournit plus d'informations sur cet appariement.

Au final, on obtient un fichier cylindré de 822 entreprises continûment présentes entre 1988 et 1992[141]. Le choix du cylindrage conduit à écarter les entreprises nouvellement créées (entre 1987 et 1991). Ceci n'est pas vraiment dommageable pour l'étude car ces entreprises ont de fortes chances d'être hétérogènes du point de vue de l'évolution de leur organisation et constituent un champ d'étude à elles seules.

a) Organisation et technologies : deux mesures séparées

Comment allons-nous mesurer le changement organisationnel ? Nous allons conserver l'option prise dans le chapitre VI, soit travailler à partir de deux variables polytomiques, l'une mesurant les changements technologiques (TECH), l'autre les changements organisationnels et de compétences (TYPO).

La variable décrivant les changements technologiques prend quatre modalités selon que l'entreprise utilise ou non des robots ou MOCN et selon son comportement d'adoption de systèmes de production assistés par ordinateur : elle n'en a adopté aucun ou elle en a adopté un ; elle en a adopté entre deux et quatre. Cette variable croise cinq variables primaires issues d'un ensemble de questions qui ont été posées

[141] L'années 1992 était la dernière année disponible lorsque nous avons conduit les traitements statistiques sur les fichiers.

à l'ensemble des entreprises qu'elles soient ou non réorganisées[142]. Le faible nombre de variables décrivant la technologie a permis de construire cette variable synthétique sans avoir recours à des méthodes automatiques comme l'analyse des données. Nous avons pu vérifier que les critères utilisés pour croiser les variables sont ceux qui permettent de discriminer le mieux les entreprises.

Comme dans le chapitre VI, nous choisissons de mesurer les changements organisationnels à partir d'une variable synthétique issues de méthodes automatiques : un analyse des données et une classification ascendante hiérarchique. Ces étapes de la construction de la variable TYPO ont été présentées dans le chapitre I. Elle synthétise six variables de changement organisationnel et trois variables d'évolution des compétences. Les arguments pour mesurer le changement organisationnel en recourant à la synthèse que permet l'analyse des données sont les mêmes que dans la section précédente, s'appuyant sur l'enquête TOTTO. Les changements organisationnels sont trop complexes pour être mesurés à partir d'une ou de deux variables. Il faut recourir à un faisceau de variables pour les caractériser. De plus, choisir une ou deux variables en les considérant comme « représentatives » de l'ensemble des changements est une technique fragile lorsque l'information a été recueillies directement auprès de responsables d'entreprise. On risque en effet de ne mesurer que l'orientation du discours managérial, fortement influencé par les phénomènes de mode plutôt que les tendances véritablement à l'œuvre au sein des entreprises. Par ailleurs, comme cela a été discuté dans le chapitre I, les traits organisationnels ou leur changement tendent à former des configurations. Dès lors, utiliser les variables «primaires » mesurant ces traits dans des régressions conduit à

---

[142] Il s'agit de la question « Caractérisez votre mode de production dominant : aucun MOCN, MOCN ou robots non liés » (Q44) et des questions « Sur les cinq dernières années, avez-vous introduit…la CFAO (Q51), …la GPAO (Q52),…la GMAO (Q53), …la GSAO (Q54) ».

des résultats dont l'interprétation peut être très hasardeuse et soulève des problèmes de multicolinéarité difficiles à résoudre. Nous reviendrons sur ces points dans la section 3 qui fera référence aux résultats d'autres études empiriques.

A la différence de la manière dont nous avons procédé pour l'enquête TOTTO, nous avons eu recours ici à une classification ascendante hiérarchique suite à notre analyse des données. Nous avons fait ce choix car les dimensions explicatives ressortant de l'interprétation des axes de l'analyse étaient difficile à assimiler à une ou à des variables latentes comme dans le cas de l'intensité de la communication. La typologie, quant à elle, permet de mettre à jour des « modèles d'entreprise » caractérisés par l'orientation des changements organisationnels qui marquent leur trajectoire.

Rappelons brièvement le contenu de la variable TYPO. Tout d'abord, cette variable ne caractérise que les entreprises qui ont déclaré avoir réalisé des changements organisationnels. Aux quatre modalités de la variable TYPO s'ajoute donc une cinquième caractérisant les entreprises dont l'organisation est restée inchangée selon le responsable interrogé. La modalité TYPO1 regroupe les entreprises qui « horizontalisent » leur structure en recourant aux dispositifs de gestion favorisant l'autonomie des ouvriers. La modalité TYPO2 caractérise des entreprises ayant développé la sphère de responsabilité des spécialistes tout en demandant à l'ensemble de la main d'œuvre des compétences accrues. Nous avons considérée que cette catégorie était marquée par un mouvement de « technicisation ». Les entreprises appartenant à TYPO3 font recours à certains des nouveaux dispositifs de gestion, mais les changements qu'ils ont introduits se traduisent surtout par un accroissement des compétences requises de l'encadrement. TYPO3 peut être interprétée comme une catégorie qui approfondit une logique demeurant hiérarchique. Enfin TYPO4 rassemble des entreprises qui n'ont réalisé que des

changements très marginaux. Pour des raisons de commodité, nous avons agrégé cette catégorie aux entreprises ayant déclaré ne pas s'être réorganisées[143]. Cette nouvelle variable d'organisation est appelée ORGA. Elle a quatre modalités qui s'interprètent comme celles de TYPO.

Les chapitres I et VI nous ont montré que l'orientation vers le modèle flexible cumulait tous les traits d'un changement vers le modèle d'organisation « moderne » que nous avons synthétisé dans le tableau II.4 : autonomie, polyvalence, objectifs de qualité et de délai, information décentralisée, communication horizontale. Les catégories ORGA2 et ORGA3 sont plus difficiles à identifier en référence aux modèles théoriques ou à la littérature managériale. ORGA2 nous fait penser à de petites entreprises en pleine croissance qui différencient leurs fonctions en faisant appel à des spécialistes. Les changements organisationnels que cette modalité mesure sont donc très différents de ceux que nous cherchons à cerner dans cette thèse. C'est une catégorie dont la présence dans le tissu économique est, *a priori*, permanente et dont la fréquence témoigne du dynamisme de l'activité économique. ORGA3 enfin recoupe plutôt le modèle « ancien ». Il résumerait un forme d'adaptation de la hiérarchie à un environnement plus incertain et complexe n'impliquant pas une rupture de modèle.

[Insérer tableau 7.6]

Le croisement des deux variables synthétiques conduit à une partition des entreprises en seize classes que présente le tableau 7.6. La colonne ET du tableau donne la structure de l'échantillon de base de l'enquête sur les changements

[143] Nous avons vérifié que cette agrégation n'affectait pas les résultats : il est apparu que ces deux catégories avaient des comportements économiques très proches au vu des différents indicateurs de productivité ou d'emploi que nous avons examiné.

organisationnels dans la production (1824 entreprises), la colonne ER donne cette même structure pour l'échantillon réduit des 822 entreprises que nous allons utiliser pour explorer l'effet des changements technologiques et organisationnels sur les performances. On observe que la structure de l'échantillon se maintient bien suite aux opérations sur les fichiers. Les appariements, le cylindrage et le nettoyage du fichier n'ont donc pas été à l'origine de biais de sélection dans les domaines qui nous intéressent. Enfin, même si l'on observe une corrélation entre les deux variables, celle-ci est de force intermédiaire. Les entreprises qui ont introduit le plus de technologies de fabrication avancées s'orientent plus souvent vers le modèle de l'entreprise flexible, tandis que celles qui n'ont pas changé leur organisation se trouvent plus fréquemment dans une situation ou leur technologie n'a pas été rénovée. Mais pour les autres modalités, les liaisons sont moins nettes.

b) Le cadre méthodologique

Les tests que nous allons réaliser ont pour but d'explorer les relations entre les changements organisationnels et technologiques que nous mesurons au travers de nos deux variables et les différents éléments qui interviennent dans la dynamique productive de l'entreprise.

(1) Les différence inter-individuelles de productivité

Nous allons tout d'abord examiner un indicateur de productivité apparente du travail. Dans sa forme la plus simple, le modèle sur lequel nous nous appuyons est le suivante :

$$Y_{it} = A\exp^{\gamma' Z_i} L_{it} \qquad [7.8]$$

Y_{it} représente la valeur ajoutée produite par l'entreprise i à la date t, L_{it} son niveau d'emploi et A un terme de « progrès technique ». Les changements technologiques et organisationnels qu'elle a adopté sont représentés par le vecteur Z_i. Cette équation se réécrit :

$$\ln(Y_{it} / L_{it}) = \ln A + \gamma' Z_i \qquad [7.9]$$

Dans cette formulation, le vecteur de paramètres γ' mesure l'impact de nos variables d'intérêt sur la productivité apparente de l'entreprise. En fait, le vecteur Z_i recouvre deux variables de nature qualitative et polytomiques. On peut donc les noter sous la forme de deux jeux de quatre indicatrices I^{Oj}_i et I^{Tj}_i, O faisant référence à l'organisation et T à la technologie et j variant de 1 à 4. Pour chaque entreprise, la somme de ces indicatrices vaut 1 :

$$\sum_{j=1}^{4} I_i^{Oj} = 1, \quad \sum_{j=1}^{4} I_i^{Tj} = 1 \qquad [7.10]$$

Si on les inclut dans la régression comme le Z_i de l'équation [7.9], il faut omettre une modalité qui devient implicitement la modalité de référence. Elle s'écrit alors, si l'on rajoute un terme d'erreur ε_{it} :

$$\ln(Y_{it} / L_{it}) = \ln A + \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Oj} I_i^{Oj} + \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Tj} I_i^{Tj} + \varepsilon_{it} \qquad [7.11]$$

Estimer cette relation revient à procéder à une analyse de la variance. Les coefficients γ^{Oj} et γ^{Tj} se lisent comme l'écart de productivité apparente du travail moyenne (PAT) entre la population de référence, c'est à dire les entreprises qui ont conservé une même technologie et une même organisation entre 1988 et 1993 et les

sous-populations correspondant à chaque catégorie de changement technologique et organisationnel.

Tel quel, le modèle est cependant mal spécifié ce qui est source de corrélation entre le terme d'erreur ε_{it} de la régression et les variables explicatives. Notamment, si l'on inclut des variables mesurant les changements de technologie, il est problématique de ne pas mesurer le capital. Et il est gênant de ne pas mesurer les qualifications si l'estimation incorpore une mesure du changement organisationnel puisque nous avons vu, dans le chapitre VI, que ces variables étaient liées entre elles. Pour évaluer ces liaisons, nous conduisons aussi des analyses de la variance ayant la forme de [7.11] avec, comme variables expliquées, l'intensité capitalistique (K_{it}/L_{it}) et le salaire par tête (W_{it}/L_{it}) plutôt que la productivité apparente du travail. Nous allons aussi estimer une forme plus complexe de relation de performance, incluant le capital :

$$Y_{it} = A\exp^{\gamma' Z_i} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} \qquad [7.12]$$

Si l'on prend les logarithmes, [7.11] se réécrit :

$$\ln\left(Y_{it}/L_{it}\right) = \ln A + \alpha \ln\left(K_{it}/L_{it}\right) + (\alpha + \beta - 1)\ln(L_{it}) + \gamma' Z_i \quad [7.13]$$

Ou encore, plus simplement, en ajoutant un terme d'erreur ε_{it} :

$$\ln(PTF1_{it}) = \ln A + \gamma' Z_i + \varepsilon_{it} \qquad [7.14]$$

Où PTF1 correspond à une première définition de productivité totale des facteurs. Nous allons examiner une seconde mesure de la productivité apparente des facteurs, en contrôlant à la fois de l'intensité capitalistique et des qualifications. Pour

mesurer les qualifications, nous allons utiliser la masse salariale de l'entreprise W_{it}. Les équations 7.13 et 7.14 deviennent :

$$\ln(Y_{it}/W_{it}) = \ln A + \alpha \ln(K_{it}/W_{it}) + (\alpha + \beta - 1)\ln(W_{it}) + \gamma' Z_i \quad [7.15]$$

$$Ln(PTF2_{it}) = LnA + \gamma' Z_i + \varepsilon_{it} \quad [7.16]$$

Où PTF2 correspond à une seconde définition de productivité totale des facteurs. Ces équations ont pour hypothèses sous-jacentes que les différences de salaire s'expliquent entièrement par des différences de niveau de qualification. C'est une hypothèse extrême qui fait que l'impact mesuré des variables d'intérêt sur la productivité totale des facteurs doit être considéré comme un minorant du véritable impact. Estimer les équations [7.15] et [7.16] en utilisant comme Zi nos deux jeux d'indicatrices I_i^{Oj} et I_i^{TJ} revient à conduire des analyses de la covariance. Les coefficient γ^{Oj} et γ^{Tj} se lisant ici comme l'écart de productivité totale des facteurs apparente moyenne (PTF1 et PTF2) entre la population de référence et les sous-populations correspondant à chaque catégorie de changement technologique et organisationnel.

Les variables d'intérêt étant supposées ici avoir un impact structurel, nous allons conduire nos estimations dans la dimension inter-individuelle en prenant la moyenne sur la période 1988-1992 des variables Y_{it}, L_{it}, K_{it}, W_{it}. Les variables Y, K et L que nous utilisons dans les régressions sont issues des même sources et sont construites de la même manière que celles qui ont été utilisées dans l'application autour de l'enquête TOTTO. La variable W correspond à la masse salariale déclarée par l'entreprise.

Nous simplifions les équations que nous estimons par rapport aux modèles [7.13] et [7.15] en supposant des rendements d'échelle constants ($\alpha+\beta=1$) ce qui revient à supprimer les variables explicatives $LogL_{it}$ et $LogW_{it}$. Nous introduisons néanmoins des indicatrices de taille qui correspondent à une partition de notre population d'entreprises en 4 classes : 50 à 99 salariés, 100 à 499 salariés, 500 à 999 salariés et plus de 1000 salariés. Contrôler la taille des entreprises nous semble important puisque nous avons vérifié dans le chapitre VI qu'elle jouait un rôle déterminant dans les choix de technologie et d'organisation. Nous introduisons aussi 12 des indicatrices sectorielles, correspondant à la nomenclature d'activité et de produits en 40 secteurs (NAP40). Dès lors, les indicatrices omises participent aussi à la définition de la population de référence par rapport à laquelle les écarts de productivité moyenne sont calculés. Il s'agit de la population des entreprises de 50 à 99 salariés du secteur du textile et de l'habillement n'ayant changé ni leur technologie ni leur organisation entre 1988 et 1993.

(2) Les différences longues

Les modèles que nous venons de présenter sont les plus simples, mais ils ne tiennent pas compte d'une spécificité de nos mesures concernant la technologie et l'organisation : celles-ci traduisent un choc ayant marqué la trajectoire de l'entreprise sur la période 1988-1993. Or les modèles précédents font plutôt l'hypothèse que nos mesures correspondent à un état permanent de l'entreprise. Cette hypothèse n'est pas forcément fausse si les entreprises qui changent leur technologie et/ou leur organisation ont des caractéristiques particulières. D'une certaine manière, les tests s'appuyant sur les différences inter-individuelles permettent de vérifier si les entreprises qui ont changé sur la période sont particulières sous l'angle de leur intensité capitalistique, de leur salaire par tête et de différents indicateurs de productivité.

Nous allons néanmoins, dans un second temps, examiner l'effet de nos indicatrices de changement technologique et organisationnel sur l'évolution entre 1988 et 1992 de nos trois indicateurs de productivité. Les modèles estimés ont donc la forme :

$$\mathrm{Log}(Y_{i92}/L_{i92}) - \mathrm{Log}(Y_{i88}/L_{i88}) = \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Oj} I_i^{Oj} + \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Tj} I_i^{Tj} + c + \varepsilon_i \quad [7.17]$$

$$\mathrm{LogPTF1}_{i92} - \mathrm{LogPTF1}_{i88} = \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Oj} I_i^{Oj} + \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Tj} I_i^{Tj} + c + \varepsilon_i \quad [7.18]$$

$$\mathrm{LogPTF2}_{i92} - \mathrm{LogPTF2}_{i88} = \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Oj} I_i^{Oj} + \sum_{j=1}^{3} \gamma^{Tj} I_i^{Tj} + c + \varepsilon_i \quad [7.19]$$

Implicitement, ces équations tiennent compte des variables non observables et / ou non mesurées caractérisant la firme et constantes dans le temps. Cela permet de corriger des biais possibles dans les coefficients α et β estimés au moyen des équations [7.14] et [7.16]. Mais ce sont des modèles différents car nous faisons l'hypothèse que nos variables de changement organisationnel interviennent sur la dynamique de l'entreprise plutôt que sur son comportement structurel.

A ces trois équations estimées en différences longues, nous en ajoutons deux autres qui reviennent à décomposer l'équation [7.17] puisque nous examinons l'impact des changements technologiques et organisationnels sur la croissance de la production et de l'emploi. Comme dans le cas des différences inter-individuelles, nous incluons dans les estimations des indicatrices de taille et de secteur. L'introduction d'indicatrices sectorielles a l'avantage de tenir compte d'éventuels décalages dans les cycles d'activité des secteurs ainsi que des effets prix.

c) Les résultats

Les résultats des estimations sur les différences inter-individuelles sont présentés dans le tableau 7.7. Seuls les coefficients γ_i^{Oj} et γ_i^{Tj} y sont reportés. Les coefficients figurant dans les colonnes A correspondent à des estimations sans indicatrices de taille et de secteur tandis que celles-ci ont été incluses dans les estimations des colonnes B.

[Insérer tableau 7.7]

L'intensité capitalistique est sensiblement supérieure, parmi la population d'entreprises qui s'orientent vers le modèle de l'entreprise flexible (ORGA1). Il en est de même de la catégorie de changements centrée sur l'accroissement des compétences de l'encadrement sans qu'il y ait pour autant mise en place de dispositifs de gestion nouveaux (ORGA3). La prise en compte de la taille et du secteur réduit le niveau des coefficients, qui restent cependant positifs et significatifs. L'orientation vers le modèle de l'entreprise flexible et l'approfondissement de la logique hiérarchique interviennent donc plutôt dans les entreprises industrielles dont la combinaison technologique est lourde en capital. On trouve un effet similaire pour les catégories d'entreprises dont la technique a intégré sur la période beaucoup de systèmes assistés par ordinateur (TECH1 et TECH3). Mais cet effet n'est pas un effet propre de la technique puisqu'il se dilue si l'on raisonne à taille et secteur donnés.

Le salaire par tête est supérieur d'environ 5% parmi les entreprises ayant profondément changé le travail de l'opérateur (ORGA1) et parmi celles qui ont introduit beaucoup de systèmes assistés par ordinateurs sur la période mais qui n'utilisent ni robots ni MOCN (TECH3), deux catégories dont l'intensité capitalistique est aussi plus élevée. Cependant cet écart dans la rémunération moyenne des salariés ne se maintient pas lorsque l'on contrôle la taille et le secteur

au moyen d'indicatrices. Ce premier résultat tend à indiquer que les entreprises qui ont changé leur technologie et/ou leur organisation n'ont pas une main d'œuvre particulièrement plus qualifiée que les autres. Nous examinerons ce point de manière plus approfondie dans la section C.

La productivité apparente du travail est en moyenne plus élevée dans les deux catégories de changements techniques (TECH1 et TECH3) et dans une des catégories de changements organisationnels (ORGA1) où l'on enregistre des différences d'intensité capitalistique et de salaire par tête. Mais ces effets disparaissent si l'on raisonne à secteur et à taille donnée.

Si l'on considère enfin nos deux indicateurs de productivité totale des facteurs, la seule catégorie qui enregistre une différence significative est celle qui se caractérise par une « horizontalisation » plus grande de l'organisation (ORGA1). La différence apparaît lorsque l'on prend en compte l'intensité capitalistique sans ajustement pour la qualité de la main d'œuvre et lorsque l'on contrôle par la taille et le secteur. Elle ne va pas dans le sens attendu puisqu'elle est négative : ces entreprises ont, en moyenne, une productivité apparente des facteurs plus faible que la population de référence à organisation et technologie inchangées.

Au total, une organisation innovante et/ou l'introduction de technologies avancées vont de pair avec une intensité capitalistique plus élevée et une productivité apparente du travail plus forte. Mais on n'enregistre pas de surcroît effectif de productivité dès que l'on contrôle par la taille, le secteur et les autres facteurs de production. Au contraire, on peut enregistrer une productivité totale des facteurs plus faible, qui s'explique par une efficacité moindre du capital. Ce résultat est proche de celui obtenu à partir de la mesure d'intensité de la communication issue de l'enquête

TOTTO. Il peut s'interpréter en termes de surinvestissement ou d'apprentissage comme nous l'avons fait précédemment.

Que nous apprennent à présent les estimations s'appuyant sur les différences longues présentées dans le tableau 7.8 ? La croissance des effectifs apparaît très sensible aux changements technologiques. Les entreprises utilisant des robots ou des MOCN ou bien celles qui ont introduit des systèmes assistés par ordinateur enregistrent une croissance de l'emploi supérieure d'environ 6% à celle qu'enregistre la population de référence. Ce résultat se retrouve quelle que soit la catégorie de changements technologiques considérée et il se maintient lorsque l'on introduit des indicatrices de taille et de secteur.

[Insérer tableau 7.8]

Il s'oppose à une vision alarmiste d'un progrès technique qui détruit des emplois dans les lieux où il se greffe. Cependant, il ne permet pas d'établir un diagnostic sur l'effet vertueux des changements technologiques sur l'emploi à un niveau macroéconomique : la création d'emplois dans les entreprises technologiquement innovantes peut s'accompagner d'une destruction d'emplois chez les entreprises concurrentes. Nous avons mis en évidence un effet de ce type associé aux innovations de procédé dans une autre étude empirique utilisant des indicateurs issus d'une enquête sur l'innovation technologique (Greenan et Guellec, 1996b).

Cette dynamique positive de l'emploi associée aux nouvelles techniques de production s'explique par une croissance plus forte de la valeur ajoutée. Au total, les entreprises technologiquement innovantes ont un effectif qui est resté stable alors qu'il a diminué dans la population de référence (d'environ 7%) et une valeur ajoutée qui a cru plus fortement comparée à cette même population où la valeur ajoutée a

augmenté de 6%. Ces différences ne sont cependant pas suffisantes pour se traduire par une croissance plus forte de la productivité apparente du travail. Par ailleurs, aucune des deux mesures de productivité totale des facteurs n'est significativement différente pour les entreprises ayant changé leur technologie.

Tout se passe donc comme si l'investissement dans les technologies de production avancées était à l'origine d'un avantage concurrentiel qui ne s'appuie pas sur un accroissement de la productivité supérieur à celui des autres entreprises (la productivité totale des facteurs au sens de la première définition croît d'environ 10% quelle que soit la catégorie technologique de l'entreprise). Ce résultat ne permet pas pour autant d'établir précisément la nature de l'avantage concurrentiel de ces entreprises. Il faudrait pour cela connaître les évolutions respectives du volume et du prix de la valeur ajoutée, or les données comptables dont on dispose sont exprimées en valeur. Ceci est d'autant plus nécessaire que l'innovation technologique peut altérer le mécanisme de formation des prix de manière non univoque.

Il est possible que les technologies de fabrication avancées augmentent la productivité apparente du travail (exprimée en volume), autorisant une baisse des prix génératrice d'une croissance de la demande et donc de la production en volume, cette dernière tirant l'emploi. Si l'effet prix compense exactement l'effet volume, la productivité mesurée en valeur reste inchangée. Mais il est aussi possible que la compétitivité de ces entreprises soit générée par d'autres mécanismes que celui d'une productivité plus grande comme le suggère l'histoire « constructiviste » que nous avons évoquée plus haut. Les tests du chapitre VI semblent indiquer un autre ressort compétitivité, résidant dans une production plus différenciée, objectif central des entreprises qui changent leur technologie. Certaines études (Brooke, 1991) montrent que la différenciation peut détériorer la productivité car l'augmentation de la variété des produits réduit les économies d'échelle. Cependant, la différenciation rend les

produits plus désirables sur le marché, ce qui permet à l'entreprise de maintenir ou de développer sa part de marché avec des prix devenus moins compétitifs que les autres entreprises de son secteur.

A l'exception d'une catégorie de changements (ORGA2), les changements organisationnels n'ont pas d'impact significatif sur l'évolution des effectifs. Rappelons cependant que si l'orientation vers le modèle de l'entreprise flexible (ORGA1) n'enregistre pas d'effet propre sur ces indicateurs, elle reste étroitement complémentaire aux changements technologiques : 12% seulement des entreprises de cette catégorie n'ont pas modifié leur technologie.

La seule catégorie de changements organisationnels qui enregistre des effets est celle où les changements sont orientés vers l'accroissement de la sphère de responsabilité du spécialiste. Cette catégorie d'entreprises a des effectifs qui ont cru plus fortement que ceux des entreprises de la catégorie de référence (d'environ 6%). Parallèlement, au contraire des catégories de changements technologiques, cette catégorie d'entreprises n'a pas enregistré de croissance supérieure de sa production. Ceci se traduit par une nette détérioration de la productivité du travail et de la productivité totale des facteurs.

Nous avons vu, dans le chapitre VI que ces entreprises sont plutôt des PMI à la recherche d'un objectif de qualité. Une hypothèse possible est qu’elles connaissent une phase d’expansion pour atteindre leur taille optimale. Si tel est le cas, on peut penser, dans la lignée des travaux de Penrose (1989), que l'impact négatif de cette catégorie d'entreprises sur la productivité procède de coûts d'ajustement liés à la croissance, qui réduisent temporairement l'efficacité globale.

Au total, l'examen des différences inter-individuelles, comme celle des différences longues montre peu d'effet des changements technologiques et organisationnels sur la productivité. On retrouve, ici encore, l'expression du « paradoxe » de la productivité. Mais certains résultats peuvent s'interpréter comme indiquant l'existence d'un avantage concurrentiel ou de coûts d'ajustement.

L'avantage concurrentiel apparaît lié aux changements technologiques. Il ne s'appuie pas sur une productivité mesurée supérieure : il ne se lit que dans le dynamisme des trajectoires de production et d'emploi des entreprises ayant modifié leur technologie. Il est cependant possible que cet avantage précède le choc technologique : c'est parce que l'entreprise voit la demande qui lui est adressée croître qu'elle embauche et investit. Dans ce cas, l'absence d'effet sur la performance peut aussi s'interpréter comme un coût d'ajustement.

Le changement organisationnel semble aussi associé à des coûts d'ajustement. Ceux-ci apparaissent clairement au travers d'une croissance négative de la productivité pour les entreprises marquées par un mouvement de technicisation. Mais on peut aussi les deviner derrière la productivité totale des facteurs, en moyenne plus faible, des entreprises qui s'orientent vers le modèle de l'entreprise flexible.

Enfin, dernière interprétation possible de ces résultats qui nous est suggérée par notre histoire « radicale » : les réponses des représentants des entreprises sont insuffisantes pour discriminer efficacement les entreprises qui ont véritablement changé leur organisation des autres entreprises. Ce problème de mesure n'est pas aussi fort pour la technologie car celle-ci est plus aisée à « objectiver » dans les questions posées.

3. Un bilan des études empiriques

a) La persistance du paradoxe de la productivité

Nos résultats empiriques témoignent donc plutôt de l'absence d'un effet des formes d'organisation innovantes du travail ou des changements organisationnels sur la productivité des entreprises. Ce résultat est contraire aux prédictions de la théorie et de la littérature managériale.

Rappelons les grandes caractéristiques de la méthode que nous avons utilisée pour obtenir ces résultats. Tout d'abord, ils ont été obtenus sur des échantillons d'entreprises de l'industrie manufacturière française. Avec l'enquête TOTTO nous avons travaillé sur une coupe en 1987 tandis qu'avec l'enquête « changement organisationnel » nous avons travaillé en coupe et en différences longues sur la période 1988-1992. Enfin, les indicateurs que nous avons utilisé à partir de ces deux sources sont complémentaires plutôt que substituables bien qu'ils aient tous les deux été construits au moyen d'analyses des données.

L'indicateur de l'enquête TOTTO synthétise des variables issues de questions adressées au salarié à son domicile. Ces variables décrivent l'état de l'organisation du travail à la date de l'enquête ainsi que les technologies utilisées par le salarié dans son travail. L'information de niveau salarié a été « remontée » au niveau entreprise. Nous avons interprété cet indicateur comme mesurant l'intensité de la communication dans un certain contexte technologique. Quant à l'enquête « changement organisationnel », elle donne des indications sur les dispositifs de gestion et les technologies qui ont été adoptées par l'entreprise sur une période de 5 ans. Deux typologies en 4 classes ont été construites pour mesurer séparément les configurations de changements technologiques et de changements organisationnels. Ainsi, si l'on se réfère au chapitre I, avec l'enquête TOTTO, on mesure en coupe,

une dimension de l'organisation du travail tandis qu'avec l'enquête « changement organisationnel », on mesure des configurations de changement. On fait l'hypothèse que nos deux mesures sont corrélées car on suppose que le positionnement de l'entreprise dans la dimension choisie, l'intensité de la communication, peut être révélatrice de pratiques innovantes.

La convergence de nos résultats témoigne de leur robustesse pour l'industrie française de la fin des années 80 et du début des années 90. Mais ils ne testent la théorie que de manière incomplète. Tout d'abord, les tests menés sont indirects : on mesure l'organisation ou ses changements, on ne mesure pas l'état et le changement de l'environnement. Or pour tester les théories économiques, il faudrait contrôler les variables d'environnement pour comparer des changements différents réalisés dans un même contexte de changement environnemental. Les entreprises qui n'ont pas changé leur organisation peuvent très bien être adaptées à leur environnement. Les tests ne sont donc valables que si toutes les entreprises sont soumises aux mêmes contraintes. Cette hypothèse est plausible dans l'industrie, si l'on considère que le facteur central de perturbation vient de l'ouverture croissante des marchés.

Les tests complémentaires que nous avons pu mener avec nos données témoignent de deux autres sources possibles de divergence apparente avec la théorie. La première réside dans la non-mesure des prix. On ne mesure, au niveau individuel de l'entreprise, qu'une productivité en valeur. Celle-ci peut rester inchangée alors même que la productivité en volume augmente ou se réduit. Tout dépend du comportement des prix, qui peut être affecté par l'accroissement de la différenciation, par un meilleur service après-vente, par la réduction des délais entre commande et livraison ou encore par l'accroissement de la qualité. Dans le chapitre VI, nous avons vu, en nous appuyant sur l'enquête « changement organisationnel »,

que ces objectifs occupent une place importante dans la stratégie des entreprises qui se réorganisent.

La seconde réside dans le coût fixe associé aux changements. A quelques exceptions prêts, les modèles que nous avons examinés suppose un monde sans frottement. Or les changements organisationnels marquent la transition d'une manière de produire vers une autre, impliquant des effets d'apprentissage. Ceux-ci retardent l'arrivée d'un effet sur la productivité telle qu'elle est mesurée par les statisticiens. Les ruptures que l'on observe sur l'élasticité du capital dans les estimations sur panel de fonctions de production pourraient témoigner d'un effet d'apprentissage, sachant que les changements organisationnels sont corrélés à des changements technologiques. Les résultats de la fonction de production estimées à partir de l'enquête TOTTO 87 peut être interprété dans ce sens. La détérioration de la productivité des entreprises marquées par un mouvement de « technicisation » selon l'enquête « changement organisationnel » témoigne aussi du coût particulièrement élevé associé à ce type de transition. Enfin, la corrélation positive entre les changements organisationnels et les nouvelles technologies indique une autre source de coûts de transition. Dans ce cas, ce sont les coûts d'ajustement associés à l'apprentissage des nouvelles structures organisationnelles qui génèrent un choc sur la productivité. Celui-ci devrait être temporaire.

Le divorce entre la théorie et les résultats empiriques peut aussi venir d'une inadéquation du cadre traditionnel d'analyse de la productivité. L'organisation ou ses changements ne se mesurent pas à partir d'une variable quantitative, mais à partir d'un faisceau de variables qualitatives. Nous avons déjà, à de nombreuses reprises, souligné l'épineux problème de l'intégration, dans la fonction de production, d'un grand nombre de variables qualitatives corrélées entre elles. Pour résoudre ce problème, nous avons proposé un passage par l'analyse des données. Nous avons

aussi insisté sur le problème amont du bon interlocuteur à solliciter pour avoir une mesure fidèle (à la théorie) de l'organisation et de ses changements.

Nous ne pouvons pas trancher ici sur ces questions. Nous reviendrons, dans notre conclusion générale sur les pistes que nous souhaitons creuser dans l'avenir. La confrontation à d'autres travaux empiriques est un autre moyen d'évaluer la robustesse de nos propres résultats.

b) Effets modestes versus effets puissants

Peu de travaux empiriques peuvent à l'heure actuels être confrontés à nos résultats. Et nous allons voir que leurs conditions de production ne les rendent pas strictement comparables. Nous avons recensé cinq études. Une d'entre elle concerne la France et s'est appuyée sur l'enquête REPONSE (Coutrot, 1996), les quatre autres utilisent des données américaines (Ichniowski, Shaw et Prennushi, 1997 ; Black et Lynch, 1997 ; Askenazy, 1998 ; Brynjolfsson et Hitt, 1997a). A notre connaissance, les sources sur les autres pays recensés dans le chapitre I n'ont donné lieu qu'à des présentations de premiers résultats.

Bien sûr, notre recensement ne signifie pas que seules cinq études empiriques se sont intéressées aux effets des changements organisationnels sur la performance des entreprises. De nombreux travaux se penchent sur cette question en faisant appel à des études de terrain ou à de petits échantillons très ciblés. Le travail de Womack, Jones et Roos (1990) en est un exemple célèbre. Ils méritent un travail de présentation spécifique. Par exemple, Capelli et alii (1997) font un recensement beaucoup plus large, en s'appuyant notamment sur les surveys de Levine et Tyson (1990) et Miller et Monge (1986). Ils soulignent d'ailleurs un point intéressant : au-delà des « success stories » montées en épingle par les médias, les études de cas produites par les sciences de la gestion, l'ergonomie ou la sociologie montrent que

les pratiques participatives, le « reprofilage » des postes de travail ou encore les cercles de qualité n'ont, au mieux, que des effets très modestes sur la performance des entreprises. Notre «paradoxe » n'est donc pas ancré dans le matériau statistique. Notons cependant que ces études de cas concernent les années 80 plutôt que les années 90.

Parmi les cinq études que nous considérons, deux débouchent sur des effets mesurés sur la performance modestes (Coutrot, 1996 ; Black et Lynch, 1997) tandis que les trois autres concluent à des effets puissants (Ichniowski, Shaw et Prennushi, 1997 ; Askenazy, 1998 ; Brynjolfsson et Hitt, 1997a). Il y a donc convergence sur des effets faibles en France et presque unanimité sur des effets forts aux Etats-Unis. On retrouve une configuration similaire de résultats franco-américains lorsque l'on examine les effets des technologies de l'information et de la communication sur les performances (Greenan, 1999). Néanmoins, ces cinq études ne sont pas directement comparables.

Les mesures des changements organisationnels ou des pratiques organisationnelles innovantes témoignent des perspectives différentes dans les sources utilisées. Les pratiques managériales se diffusent en fonction de modes. L'idée de faire participer les salariés de base aux prises de décision dans l'entreprise a une histoire d'une cinquantaine d'années. En France, les lois Auroux (1982) témoignent de l'intérêt public pour les pratiques participatives qui devaient permettre d'accroître le bien-être des salariés tout en créant un climat de confiance entre employeur et employés. Ces pratiques ont donc soulevé l'intérêt des économistes étudiant les relations professionnelles. L'enquête REPONSE utilisées dans l'étude de Coutrot (1996), ainsi que l'enquête utilisée par Black et Lynch (1997) adoptent cette perspective en mesurant à la fois l'usage par l'entreprise de dispositifs de gestion particuliers et la présence syndicale.

Coutrot (1996) utilise dans son étude des variables décrivant la représentation des salariés (existence d'un délégué syndical, existence d'un délégué du personnel), une variable d'intensité de la politique participative (en référence aux lois Auroux) et un jeu de variables pour décrire l'organisation. L'intensité de la politique participative est mesurée à partir d'un ensemble de questions portant sur l'information des salariés, les structures et les dispositifs participatifs. Deux types de mesures différentes sont utilisées pour l'organisation. La première est une mesure synthétique. Il s'agit d'une indicatrice qui signale les entreprise utilisant au moins deux dispositifs managériaux parmi un groupe de quatre possibilités : groupe de travail pluridisciplinaire, certification par une norme de qualité ISO, groupe autonome de production et organisation en flux tendus. La seconde est un ensemble de 6 variables proches de celles issues de l'enquête TOTTO mais construites au travers de l'interrogation du responsable de l'établissement sur l'autonomie des salariés, le contrôle de la réalisation du travail, la prescription des tâches, le contrôle des performances individuelles et l'individualisation du salaire.

De leur côté, Black et Lynch (1997) mesurent l'usage de dispositifs de gestions particuliers (« high performance work systems ») et de dispositifs favorisant l'expression des salariés (« employee voice »). Cinq variables correspondent aux premiers dispositifs : indicatrices de l'usage d'un système de qualité totale (« TQM ») et d'une méthode de comparaison de sa performance à celle des concurrents (« benchmarking »), nombre de niveaux hiérarchiques, proportion de salariés dans des équipes de travail autonomes et nombre moyen de salariés par superviseur. La présence syndicale dans l'entreprise et le pourcentage de salariés se rencontrant régulièrement dans des groupes mesure les dispositifs de « voice ».

Les deux études sont menées sur des coupes, concernant l'année 1992 pour la France et une moyenne sur la période 1987-1993 pour les Etats-Unis. L'enquête

REPONSE, comme l'enquête américaine (« EQW-NES ») couvre un échantillon représentatif d'établissements de tous secteurs. Les estimations sont conduites sur des échantillons de 1210 et 4364 entreprises pour la France, sur un échantillon de 627 établissements pour la seconde. C'est au niveau de l'entreprise que les régressions sont conduites en France car ce n'est qu'à ce niveau que la performance peut être statistiquement mesurée à partir des données de l'Enquête Annuelle d'Entreprises (EAE)[144]. Mais les résultats de ces deux études sont globalement comparables car l'organisation est mesurée à peu près aux mêmes dates, avec des variables de même type et sur des échantillons ayant une structure proche. Elles trouvent que la présence syndicale a un effet positif sur la productivité alors que les effets des nouveaux dispositifs de gestion sont plutôt modestes.

Dans l'étude de Coutrot, une fonction de production est estimée, les variables d'intérêt intervenant en effet direct et en effet croisé avec le travail et le capital à la manière de ce que nous avons fait à partir de l'enquête TOTTO. La variable synthétique d'organisation ainsi que la variable d'intensité de la politique participative n'ont pas d'effet significatif sur la productivité, qu'elles interviennent directement ou bien croisées avec les facteurs classiques. En revanche, lorsque les 6 variables d'organisation sont introduites, on enregistre des effets positifs, mais en faveur de « l'ancien » modèle d'organisation : contrôle strict du travail et individualisation des salaires. Enfin, la représentation des salariés est associée à un effet légèrement positif sur la productivité : détérioration de la productivité du travail

---

[144] La différence dans la taille des échantillons entre la France et les Etats-Unis est classique dès que l'on s'intéresse à des données individuelles d'entreprises ou d'établissements. La possibilité d'apparier des fichiers sur le SIREN en France permet de disposer d'un côté de sources quasi exhaustives sur les principales données économiques des entreprises et de construire, de l'autre, des enquêtes sur des thèmes spécifiques concernant des échantillons importants. Pour un petit pays comme la France (comparée aux Etats-Unis), la taille des échantillons interrogés est le garant d'une qualité difficile à égaler.

plus que compensée par la hausse de la productivité du travail. Le profil de ce résultat s'apparente à celui que nous avons obtenu avec notre variable d'intensité de la communication. L'auteur l'interprète en terme de surinvestissement de précaution pour se prémunir du « risque social » associé à un effet bénéfique de l'expression des salariés.

Black et Lynch observent un effet clairement positif sur la productivité du travail du taux d'équipement informatique de la main d'œuvre directe et du pourcentage de salariés se rencontrant régulièrement dans des groupes. Mais, à l'exception d'un coefficient positif associé au « benchmarking », les coefficients associés aux variables d'usage de dispositifs de gestion innovants ne sont pas significatifs. Dans une des régressions, on enregistre même un effet négatif sur la productivité des systèmes de qualité totale. Les auteurs obtiennent cependant des coefficients positifs et significatifs associés au croisement, avec la variable de présence syndicale des systèmes de qualité totale et de partage du profit. Ces effets semblent fragiles mais, cela n'empêche pas les auteurs de conclure à l'efficacité des systèmes de « voice » et des nouveaux dispositifs managériaux. Ils soulignent néanmoins la nécessité de coupler les deux types de pratiques pour avoir des effets conséquents sur la performance.

Les trois études qui concluent à des effets clairement positifs sur la productivité sont, quant à elles, très différentes les unes des autres. Ichniowski, Shaw et Prennushi (1997) ont réalisé un travail remarquable de collecte d'informations longitudinales sur un segment très précis de process de fabrication de l'acier. Plus précisément, l'échantillon de l'étude recoupe 2190 observations mensuelles concernant un total de 36 lignes de production rattachées à 17 entreprises. Brynjolfsson et Hitt (1997a) mobilisent leur propre enquête réalisée en 1995 auprès d'un petit échantillon de 273 entreprise appartenant au classement des 1000 premières entreprises américaines

(Fortune 1000). Le taux de réponse associé à cette enquête s'élève à 39%. Ces données ont été appariées à un panel couvrant les années 1990-1994 et incorporant des mesures de performance. Enfin, Askenazy (1998) agrège au niveau sectoriel les données du «National Survey of Establishments » piloté par Osterman (1994). En association avec cette source, il mobilise des données sur les accidents du travail et les flux sectoriels d'emploi ainsi que de la littérature managériale afin de construire une variable sur la réorganisation des secteurs, qu'il corrèle à des indicateurs de performance. Un ensemble de 26 secteurs est considéré pendant la période 1976-1994.

Outre la méthodologie très différente de ces trois études, elles ont chacune leur propre définition de ce qu'est un changement organisationnel. Le travail sur la sidérurgie de Ichniowski, Shaw et Prennushi (1997) définit un ensemble de pratiques de gestion des ressources humaines visant à accroître la performance. Elles concernent les incitations, la sélection de la main d'œuvre, le travail en équipes autonomes, l'horizon du contrat de travail, la polyvalence, la formation, la communication et les relations professionnelles. Les pratiques dans ces différents domaines sont mesurées pour chaque ligne de production et dans le temps par une ou plusieurs variables conduisant à un total de 15 variables. Puis une méthode de classification automatique est utilisée qui conduit à une typologie en 4 groupes. A la manière de l'enquête de Osterman (1994), celle de Brynjolfsson et Hitt décrit l'organisation du travail de la main d'œuvre du «cœur de métier » de l'entreprise. Les variables mesurent l'intensité d'usage sur des échelles à 3 ou à 5 positions. Les domaines couverts sont les équipes de travail autonomes, les groupes d'expression, la polyvalence, le rythme et la prescription du travail. L'enquête s'intéresse aussi à l'usage des technologies de l'information et aux incitations. Les auteurs réalisent une analyse des données et construisent une variable synthétique en sommant les

variables qui participent le plus à l'inertie du premier axe factoriel[145] interprété comme mesurant la décentralisation des décisions. Enfin, Askenazy (1998) construit une variable de réorganisation du secteur (nulle, partielle ou importante) avec une période associée, en croisant ses différentes sources. Puis il identifie des secteurs particuliers ou la réorganisation s'est accompagnée d'une hausse substantielle des accidents du travail. Il considère que ces secteurs se sont réorganisés en intensifiant le travail.

Nous n'allons pas rentrer dans le détail des estimations qui sont foisonnantes dans ces trois études. Nous allons plutôt nous centrer sur leur conclusion principale. L'étude sur la sidérurgie apparaît comme la plus achevée et la plus robuste. Les auteurs ont choisi de suivre dans le temps des lignes de production spécifiques afin de contrôler un maximum de variables agissant sur la performance sans avoir à les mesurer. Grosso modo, ces lignes sont identiques aux pratiques organisationnelles prêt. Les estimations montrent que les différences de productivité entre lignes s'expliquent par le système des pratiques adoptées plutôt que par le recours à chacune des pratiques prises isolément. Par ailleurs, plus le système de pratiques s'éloigne du modèle « traditionnel », plus le gain en terme de productivité est important. Ce résultat tend donc à confirmer l'impact sur les performances des changements organisationnels et l'existence de complémentarités au sein des dispositifs de gestion. Il a néanmoins été critique par Athey et Stern (1998) selon la ligne d'argumentation que nous avons développé dans la section A[146]. Le travail

---

[145] Cette variable est ensuite centrée et réduite.

[146] Aucun résultat présenté dans cette thèse n'échappe à la critique de Athey et Stern (1998). Cette critique distingue entre corrélations et complémentarités. Si les dispositifs organisationnels sont corrélés pour une raison autre que des liens de complémentarité, l'estimation d'une équation de productivité intégrant des mesures de ces dispositifs conduit à des résultats biaisés.

empirique de Brynjolfsson et Hitt ajoute les technologies de l'information à l'analyse. Ces auteurs montrent que les firmes orientant leurs pratiques vers la décentralisation accroissent la productivité associée à leurs investissements en technologies de l'information alors qu'en l'absence de tels investissements, la décentralisation ne semble pas payer en terme de productivité. La complémentarité s'étend donc dans cette étude aux technologies de l'information, absentes de l'étude précédente. En observant les profils de productivité du travail et de productivité totale des facteurs associés à chaque secteur, Askenazy, quant à lui, trouve un effet très important et positif des réorganisations à choc d'accident du travail.

Il y a donc une relative convergence des études sur données américaines qui concluent à un impact positif des changements organisationnels sur la performance tandis que les études sur données françaises aboutissent à un résultat moins tranché. Dès lors, faut-il considérer que dans la première moitié des années 90, les entreprises françaises étaient moins avancées que leur homologues américaines dans leur « absorption » des changements technologiques et organisationnels ? Cela est possible, mais les résultats que nous venons de présenter n'en constituent pas des preuves. L'étude de Ichniowski, Shaw et Prennushi (1997) ne concerne qu'un segment du processus de production d'entreprises sidérurgiques. Les indicateurs de performance examinés sont des mesures physiques : le pourcentage du temps planifié pendant lequel la ligne a effectivement fonctionné (« production-line uptime ») et le pourcentage de tonnes de produit atteignant un certain standard de qualité. Les auteurs ne vérifient pas si l'accroissement de la performance physique des lignes de production conduit à une amélioration de la productivité de l'entreprise. Et rien ne dit que les résultats obtenus sur la sidérurgie se généralisent au reste de l'industrie ou à l'économie toute entière. Les conclusions de Brynjolfsson et Hitt (1997) s'appuient sur un échantillon biaisé d'entreprises. Les entreprises sélectionnées font en effet

partie du groupe des entreprises américaines les plus performantes et le taux de réponse à l'enquête reste faible. Les résultats obtenus doivent donc être traités avec prudence. Si les entreprises américaines les plus performantes utilisent efficacement leur informatique en l'associant à des dispositifs de gestion innovants, rien ne dit qu'une telle relation serait observée si un échantillon d'entreprises sélectionnées de manière aléatoire développait ses investissements informatiques tout en changeant son organisation. Enfin, le travail de Askenazy est sectoriel. Un résultat positif obtenu à un niveau sectoriel ne résulte pas forcément de la somme de résultats positifs enregistrés par les entreprises. Inversement, les effets modestes que nous obtenons sur données d'entreprise ne se transposent pas forcément tels quels au niveau du secteur. De plus, comme nous l'avons déjà souligné, l'agrégation au niveau sectoriel de données obtenues sur des petits échantillons non représentatifs fragilise la construction des variables sur les réorganisations sectorielles. Enfin, il est fort possible que l'effet positif enregistré sur la performance soit en fait lié au cycle d'activité des secteurs plutôt qu'aux réorganisations. Il suffit pour cela qu'il soit plus facile pour les entreprises de se réorganiser à des moments particuliers du cycle, en période de reprise d'activité par exemple. Ceci pourrait aussi venir expliquer la corrélation entre les réorganisations et la hausse des accidents du travail : ceux-ci sont, mécaniquement, plus nombreux lorsque l'activité repart car les travailleurs sont plus fortement exposés.

Ces quelques études présentent aussi l'intérêt de recenser l'ensemble des problèmes méthodologiques posés par l'évaluation de l'impact des changements organisationnels sur les entreprises. Les questions de la qualité des enquêtes et des mesures nous semblent essentielles. Faut-il interroger le salarié, un représentant de l'établissement ou de l'entreprise ? Faut-il construire des variables synthétiques ou travailler à partir de variables « primaires » ? Faut-il s'intéresser au recours à

certaines pratique ou à leur adoption ? La manière d'introduire les variables d'organisation dans les fonctions de production est aussi une question de méthode importante (effets croisés avec les autres facteurs, effets croisés entre variables d'organisation) ainsi que la nature des estimations (en coupe ou avec effets fixes). Enfin, l'idéal serait de modéliser conjointement l'adoption et ses effets sur la performance afin d'éliminer les éventuels biais d'endogénéité.

C. Biais technologique ou biais organisationnel ?

Depuis les années 80, la dégradation de la situation des salariés non qualifiés sur le marché du travail des pays développés, en termes de revenus ou d'accès à l'emploi, a fait l'objet de nombreux tests empiriques. Les économistes ont privilégié, de manière relativement unanime, une explication en termes de choc sur la demande de travail dont l'origine est renvoyée parfois à la globalisation des économies, mais plus fréquemment à la diffusion des technologies de l'information et de la communication. Ces technologies seraient économes en main d'œuvre faiblement dotée en capital humain et donc «biaisées » en faveur de la main d'œuvre la plus qualifiée. Nous renvoyons à Bouabdallah, Greenan et Villeval (1999) pour un examen des fondements théoriques du « biais technologique » et pour une revue critique de la littérature.

Les approches en terme de « biais technologique » sont imprégnées d'une vision très déterministe des relations entre technologies et qualifications : l'adoption de ces technologies est décrite comme inéluctable dans un univers économique concurrentiel et celles-ci portent en elles une certaine forme de relation entre les qualifications, qui vient déterminer la composition de la main d'œuvre au sein des entreprises. Ici encore, la notion de complémentarité est invoquée : les nouvelles technologies sont complémentaires à la main d'œuvre qualifiée. Pourtant, les études

de terrain n'ont cessé de montrer la marge de manœuvre organisationnelle des entreprises qui adoptent de nouveaux dispositifs techniques. Et les tests empiriques que nous avons réalisé dans le chapitre VI ont montré que les changements technologiques allaient de pair avec les changements organisationnels. On peut donc se demander si ce ne sont pas les choix organisationnels de l'entreprise, plus que ses choix techniques qui influencent l'évolution de la composition de la main d'œuvre. Dans ce cas, le « biais technologique » serait plutôt un « biais organisationnel ». Nous abordons cette question en nous tournant tout d'abord vers les modèles théoriques dans la section 1. Puis nous mobilisons l'enquête TOTTO, mais surtout l'enquête « changement organisationnel » pour examiner les corrélations entre changements technologiques, changements organisationnels et qualifications. Enfin, nous confrontons nos résultats à ceux obtenus à partir d'autres enquêtes.

1. Dynamique productive, organisation et qualifications

C'est au travers de ses effets sur la dynamique productive de l'entreprise que l'organisation ou ses changements vont éventuellement affecter la demande de l'entreprise pour des catégories de main d'œuvre différentes. Mais dans la plupart de modèles théoriques que nous avons explorés dans la partie II, il est question de compétences plutôt que de qualifications. Le tableau 6.3 du chapitre VI liste les modèles faisant explicitement référence à la compétence. Le plus souvent, il s'agit de caractéristiques innées des travailleurs inégalement distribuée dans la population active comme la propension à faire des erreurs. Il en est ainsi dans les modèles de théorie des équipes (Aoki, 1986 et 1990a), mais aussi dans les modèles de Sah et Stiglitz (1988) et dans ceux de Prescott et Vissher (1980) et Meyer (1994).

Les compétences qui intéressent la théorie des équipes et la théorie du traitement de l'information sont celles d'une partie seulement de la main d'œuvre :

les travailleurs qui sont en position de décider. Leur nombre dépend du type d'organisation considéré et de la nature du problème traité : Sah et Stiglitz ne s'intéressent qu'aux travailleurs qui participent à la sélection de projets pour l'entreprise ; dans le modèle «H » de Aoki, seules les compétence des responsables hiérarchiques comptent ; dans le modèle «J » c'est la compétence de l'atelier qui intervient, dont on ne sait pas si elle est individuelle ou collective.

Dans les modèles de Prescott et Vissher (1980) et dans celui de Meyer (1994), les travailleurs ont des aptitudes inégales que les responsables de l'entreprise ne connaissent pas au moment de l'embauche. Ils mettent donc en place des dispositifs organisationnels pour mettre à jour ces compétences innées afin de déterminer l'appariement optimal des individus aux postes de travail.

Dans tous ces modèles, un changement dans la distribution des compétences disponibles dans l'économie peut déclencher une vague de changements organisationnels en affectant les performances des entreprises. Mais comme les entreprise recrutent leur main d'œuvre sur un seul marché, on ne peut pas parler d'un éventuel effet sur la structure par qualification de la main d'œuvre. Ces modèles suggèrent que les compétences « naturellement » disponibles peuvent expliquer certains changements organisationnels qui, en eux-mêmes, ne génèrent pas de choc particulier sur les besoins de main d'œuvre.

Seuls les modèles de hiérarchie et ceux s'intéressant aux complémentarités productives envisagent une entreprise qui regroupe plusieurs métiers ou qui recrute sur plusieurs marchés du travail. Leur intuition centrale est que cette hétérogénéité du facteur travail n'est pas seulement liée aux caractéristiques des individus, elle est aussi endogène à l'organisation. Ainsi, selon les postes de travail qu'ils occupent, des salariés de compétences identiques peuvent avoir des performances très différentes.

En déterminant la manière de diviser le travail horizontalement et verticalement, l'entreprise définit ses choix organisationnels et fixe les caractéristiques des postes de travail offerts sur le marché. Ces modèles fournissent donc des fondements théoriques au côté « demande » des modèles d'appariement sur le marché du travail[147].

a) Hiérarchie et marché du travail

Les théories de la hiérarchie proposent une première classification de la main d'œuvre en deux catégories : les travailleurs directs (notés q_0) et les travailleurs indirects ou responsables hiérarchiques (notés Q). Les modèles de Geanakoplos et Milgrom (1991), Beckmann (1960, 1977, 1985), Willamson (1967), Calvo et Wellicz (1978,1979), Keren et Levhari (1983, 1989) et Rosen (1982) se situent dans ce cadre d'hypothèses.

Dans le modèle le plus simple de hiérarchie uniforme que nous avons présenté dans le chapitre IV, la part des indirects dans la main d'œuvre totale ($Q/(Q+q_0)$) évolue comme l'inverse de l'étendue du contrôle (1/s). Plus celle-ci est petite et plus le poids des indirects dans la hiérarchie augmente. Dans le chapitre VI, nous avons discuté quelques déterminants de l'étendue du contrôle. La complexité, la taille de l'entreprise et les compétences des managers sont les trois facteurs les plus influents. Le sens de l'effet des deux premiers facteurs est difficile à déterminer. Pour

---

[147] Le modèle de Acemoglu (1996) tente une entreprise de ce type mais en centrant son analyse sur la technologie plutôt que sur l'organisation. D'une certaine manière, là ou Kremer et Maskin (1996) analysent les interdépendances entre différents niveaux de compétence, Acemoglu se penche sur l'interaction entre capital et qualifications. Il introduit dans un modèle d'appariement l'hypothèse que l'entreprise choisit la composition de sa main d'œuvre qui n'est donc plus modélisée comme une contrainte « naturelle ». Ce choix est coordonné avec celui de sa technologie qui est irréversible et que l'entreprise fait avant son entrée sur le marché du travail. Il montre qu'un changement dans la proportion de salariés qualifiés ou dans la productivité relative de ces

Geanakoplos et Milgrom (1991), la complexité réduit l'étendue du contrôle, alors que chez Keren et Levhari (1989) elle l'accroît. Dans leur modèle de 1983, ces derniers trouvent aussi que la taille de l'entreprise réduit l'étendue du contrôle alors qu'ils souhaiteraient obtenir l'effet inverse, plus conforme aux observations empiriques. Enfin, Geanakoplos et Milgrom montrent que l'étendue du contrôle augmente avec la compétence des responsables hiérarchiques. Les conclusions de ces modèles quand à l'évolution de la structure de la main d'œuvre ne sont donc pas tranchées.

Dans les modèles de Geanakoplos et Milgrom (1991), Calvo et Wellicz (1979) et Rosen (1982), une hiérarchie des compétences est aussi formalisée. Ces trois modèles concluent à une corrélation positive entre le degré de compétence et le niveau hiérarchique d'affectation. Les individus les plus talentueux deviennent présidents des plus grandes entreprises, ceux qui les talonnent en terme de compétences deviennent leurs subordonnés ou bien présidents de plus petites entreprises et ainsi de suite jusqu'aux travailleurs directs. Dans ces modèles, on ne parle toujours pas de qualifications mais de « talents » ou d'aptitudes innées. La compétence ne s'acquiert donc pas au travers de l'apprentissage d'un métier. On devient chef parce que l'on est né plus doué que les autres, plus apte à prendre de bonnes décisions dans un contexte de rationalité limitée ou d'information imparfaite.

Le modèle de Calvo et Wellicz, ainsi que celui de Rosen examinent les conséquences de cette hiérarchisation des travailleurs sur le fonctionnement du marché du travail. Ils montrent que si les compétences individuelles sont distribuées selon une loi normale, la distribution des salaires présente une asymétrie à droite due

---

travailleurs (« biais technologique ») peut conduire à des inégalités croissantes entre travailleurs qualifiés et non qualifiés, en terme de salaire et d'accès à l'emploi.

aux effets en cascade que la hiérarchie peut générer. L'appariement entre les compétences individuelles et les postes de travail au sein des hiérarchies génère donc des inégalités de salaire. Tout changement affectant la distribution des entreprises en fonction de leur taille aura donc des répercussions sur la distribution des salaires. Par exemple, la constitution d'entreprises multinationales géantes est source d'inégalités accrues alors que la baisse du nombre de niveaux hiérarchiques a l'effet inverse. Sur la période des vingt dernières années qui nous intéresse, ces deux tendances coexistent : les manuels de management préconisent la baisse du nombre de niveaux hiérarchiques et le « downsizing » mais en même temps la « globalisation » des économies s'accompagne d'un mouvement de concentration sans précédent. Mais ces modèles nous montrent un premier canal par lequel le changement organisationnel peut affecter les inégalités salariales.

Le modèle de Rosen a une autre propriété intéressante que nous avons déjà soulignée : par son travail de supervision et d'encadrement, le responsable hiérarchique « homogénéise » le travail rattaché à un même niveau hiérarchique. Plus précisément, au niveau h de l'entreprise, les travailleurs peuvent avoir des compétences différentes, leur performance productive sera strictement identique et ils toucheront le même salaire. L'organisation peut donc à la fois rendre hétérogène une main d'œuvre aux compétences identiques et homogénéiser une main d'œuvre très hétérogène. Elle permet donc à l'entreprise d'avoir plus de marge de manœuvre dans ses appariements homme / poste face aux deux contraintes que représentent la technologie et les compétences disponibles.

b) Interdépendances productives et ségrégation

Les théories s'intéressant aux complémentarités productives sans formaliser la hiérarchie fournissent d'autres pistes pour articuler l'hétérogénéité du facteur travail à

l'organisation du travail. C'est le cas en particulier des modèles de Kremer (1993), Kremer et Maskin (1996), Carmichael et MacLeod (1993), Lindbeck et Snower (1996), de notre modèle avec main d'œuvre hétérogène et de la théorie des complémentarités productives.

Dans le chapitre V, nous avons vu que le modèle de Kremer et Maskin (1996) « horizontalisait » le modèle de hiérarchie de Beckmann (1977, 1985) en transformant son interprétation. Aux effets multiplicatifs exercés par la hiérarchie sur la performance de l'entreprise, ces auteurs substituent des interdépendances horizontales au sein d'un processus de production séquentiel. Pour justifier ces interdépendances, ils évoquent des standard stricts de qualité mais nous avons vu que des délais de production serrés ou des capacités productives calculées au plus juste généraient le même type d'effet. La notion sous-jacente de compétence est la même que celle formalisée par les théories s'intéressant au système d'information de l'entreprise : une personne qui fait moins d'erreurs que les autres est une personne plus compétente.

La fonction de production « O'ring » initialement formalisée par Kremer (1993) conduit, comme la technologie récursive de Beckmann, à une asymétrie à droite dans la distribution des salaires : de faibles différences dans les compétences des individus peuvent générer des écarts de salaire très important. Cela vient de ce qu'une erreur faite par un salarié situé en aval du processus de production est beaucoup plus coûteuse pour l'entreprise qu'une erreur réalisée en amont car elle conduit à la destruction d'une valeur ajoutée plus grande. Cet effet « boule de neige » est d'autant plus fondamental pour la performance de l'entreprise que le processus de production est complexe et le bien produit coûteux. L'exemple pris par l'auteur est celui de la navette spatiale Challenger. Le développement des inégalités salariales

pourrait donc s'expliquer par la diffusion des pratiques de « qualité totale », de « juste-à-temps » ou de production « maigre ».

En assimilant propension à l'erreur et qualification, Kremer et Maskin (1996) mettent aussi en évidence un effet de ségrégation ou de polarisation des qualifications au sein des firmes. En effet, si les tâches entretiennent des relations de complémentarité, si elles sont sensibles à la qualification et si les qualifications sont imparfaitement substituables entre elles, alors la composition de la main d'œuvre au sein des entreprises va être sensible à la distribution des qualifications dans l'économie, ce qui aura un effet en retour sur les inégalités de salaire. Les auteurs démontrent trois propositions.

Tout d'abord si la dispersion des qualifications augmente (une dispersion faible correspond à une situation où il y a autant de travailleurs ayant chaque type de qualification), alors la dispersion relative des qualifications au sein des organisations diminue : les travailleurs d'un même type se regroupent au sein des firmes. L'augmentation de la dispersion globale des qualifications est donc un facteur de ségrégation croissante de la main d'œuvre. Ensuite, si la dispersion globale des qualifications est suffisamment faible, alors une élévation du niveau moyen de qualification resserre l'éventail des salaires, réduisant les inégalités. Enfin, Les inégalités évoluent en sens inverse lorsque le niveau moyen de qualifications augmente alors que la dispersion globale des qualifications est forte. Kremer et Maskin (1996) ne font pas référence à la diffusion des nouvelles pratiques managériales dans les entreprises. Cependant, si celles-ci renforcent la complémentarité entre les tâches ou la sensibilité de l'output aux qualifications, elles pourraient contribuer aux phénomènes de ségrégation et d'inégalités salariales croissantes.

La théorie des complémentarités productives ne s'intéresse pas aux liens qui unissent des tâches entre elles mais directement aux interactions entre dispositifs organisationnels. Les modèles de Milgrom et Roberts (1988, 1990) et Athey et Schmutzler (1994) suggèrent l'existence d'un lien de complémentarité entre les nouvelles technologies, les formes d'organisation plus décentralisées et la formation de la main d'œuvre. Pour ces auteurs, la formation est source de flexibilité. En élargissant la palette des compétences de la main d'œuvre, elle permet une adaptation moins coûteuse aux changements dans les produits ou les procédés de production. Mais comme nous l'avons déjà indiqué, la manière dont ces complémentarités sont façonnées par l'entreprise, notamment au travers de ses choix organisationnels, est postulée plutôt que formalisée. De plus, le lien entre qualification et étendue des compétences reste implicite. Par contre, les modèles qui formalisent la manière dont les choix organisationnels conduisent à arranger d'une certaine manière les tâches dans des postes de travail traitent explicitement de cette question. Ces modèles s'intéressent à trois aspects de ces arrangements : la pluri-compétence (Carmichael et MacLeod, 1993), la polyvalence (Lindbeck et Snower, 1996) et l'autonomie (notre modèle à main d'œuvre hétérogène).

Dans ces trois modèles, deux tâches A et B sont considérées. Un salarié est pluri-compétent (« multi-skilling ») au sens du modèle de Carmichael et Mac Leod (1993) si l'entreprise l'a formé aux deux tâches A et B et il est mono-compétent si sa formation a été limitée à l'apprentissage d'une seule tâche A ou B. Comment la possibilité d'une pluri-compétence transforme le fonctionnement du marché du travail ? Dans ce modèle, il n'y a pas de marché du travail propre à la pluri-compétence car le salarié, quelle que soit sa formation, n'effectue jamais les deux tâches au sein d'une même période d'emploi. Il est pluri-compétent mais spécialisé sur une seule tâche dans l'entreprise et sa productivité marginale dans cette tâche

n'est pas supérieure à celle des autres salariés. Le salaire qu'il perçoit correspond à la tâche qu'il sait faire et qui est la mieux rémunérée. Dès lors, tant qu'il n'y a pas de choc technologique, les écarts de salaire entre les salariés qui réalisent la tâche A et ceux qui réalisent la tâche B restent constants quel que soit le niveau de recours des entreprises à la pluri-compétence. Par ailleurs, la composition de la main d'œuvre est déterminée par la technologie. Le choix de recourir ou non à la pluri-compétence n'affecte ni la répartition, ni la structure de la main d'œuvre au sein des entreprises. Par contre les salariés pluri-compétents seront plus « permanents » que les autres. La possibilité de migrer d'une tâche à une autre en cas de choc technologique modifiant les productivités marginales associées à la réalisation de chacune des tâches garantit en quelque sorte la stabilité de l'emploi des salariés formés aux deux tâches.

Lindbeck et Snower (1996) ne modélisent pas la pluri-compétence mais la polyvalence (« multi-tasking ») c'est à dire la rotation des salariés sur plusieurs tâches au sein d'une même période d'emploi. Chez Carmichael et MacLeod (1993), l'hétérogénéité des travailleurs dérive directement de celle des tâches au travers des formations que l'entreprise programme pour sa main d'œuvre. Ces deux hétérogénéités sont indépendantes chez Lindbeck et Snower (1996) : on a d'un côté deux types de travailleurs et de l'autre deux types de tâches. Trois hypothèses supplémentaires sont ajoutées. Tout d'abord la main d'œuvre de type 1 a un avantage comparatif pour la tâche A et la main d'œuvre de type 2 pour la tâche B[148]. Ensuite, les productivités marginales des deux catégories de travailleurs sont symétriques[149]. Cette seconde hypothèse fait que les deux types de main d'œuvre recevront

---

[148] Si eij représente la productivité de la catégorie i dans la tâche j, cette hypothèse s'écrit $e_{1A}/e_{2A}>e_{1B}/e_{2B}$.

[149] Si τ_{1j} représente le temps passé par la catégorie de travailleurs i pour réaliser la tâche j, cette hypothèse s'écrit : $e_{1A}(\tau_{1A})=e_{2B}(\tau_{2B})$ et $e_{2A}(1-\tau_{1A})=e_{1B}(1-\tau_{2B})$.

exactement le même salaire au sein d'une même entreprise. Ces catégories ne doivent donc pas s'interpréter en terme de niveau de qualification. Enfin, toute la main d'œuvre n'est pas également capable d'effectuer une rotation sur deux tâches. Certains travailleurs de catégories 1 et 2 ne savent qu'exercer une activité spécialisée tandis que d'autres savent s'adapter à un travail polyvalent. Implicitement, les auteurs considèrent que c'est cette caractéristique qui mesure le niveau de qualification. L'entreprise choisit si elle spécialise chaque type de main d'œuvre dans l'exécution d'une tâche (firme « taylorienne ») ou si elle admet que chaque catégorie partage son temps entre les deux tâches (firme « holiste »).

Lindbeck et Snower montrent qu'un choc qui affecte la fonction de production en modifiant les avantages comparatifs entre les deux catégories de travailleurs, les complémentarités informationnelles entre les tâches ou encore les complémentarités technologiques entre les segments du processus de production peut inciter les entreprise à basculer, pour préserver leurs profits, d'une organisation où les individus sont spécialisés à plein temps dans une tâche à une autre où ils sont polyvalents. Cela génère deux sortes d'inégalités sur le marché du travail. Tout d'abord les salaires versés augmentent dans les firmes « holistes » relativement aux firmes « tayloriennes ». Dès lors, les travailleurs polyvalents gagneront progressivement plus que les autres au sein de chaque catégorie de main d'œuvre. Par ailleurs, en se restructurant, les entreprises tayloriennes détruisent des emplois spécialisés. S'ils ne sont pas aptes à réaliser les deux tâches, les travailleurs occupant ces postes de travail ne trouveront pas à s'employer ailleurs. Dès lors le marché du travail se structure en trois segments : un segment en pleine expansion de travailleurs polyvalents avec des salaires croissants, un segment en recul de travailleurs spécialisés avec des salaires stagnants et un segment de travailleurs exclus de l'emploi.

La dimension organisationnelle que formalise notre modèle à main d'œuvre hétérogène n'est pas la polyvalence mais l'autonomie, qui peut être considérée comme une sorte de polyvalence verticale. Un salarié est autonome lorsqu'il conçoit et exécute son travail. Un travailleur est qualifié dès lors qu'il est passé par le système scolaire général et qu'il a atteint le niveau du baccalauréat. Nous faisons l'hypothèse que les travailleurs qualifiés (n_q), comparés aux travailleurs non qualifiés (n_u) ont un avantage comparatif dans les activités de conception[150]. Nous avons vu, dans le chapitre VI (graphique 6.3) que lorsque le niveau d'éducation augmente dans l'économie, les entreprises ont intérêt à passer d'une organisation centralisée, où l'on a une stricte division du travail en fonction de la qualification, à une organisation décentralisée où chacun effectue à la fois des tâches de conception et d'exécution de manière autonome. Le passage progressif d'une régime organisationnel à un autre a des effets sur les salaires relatifs et sur la structure de la main d'œuvre.

L'effet sur les salaires relatifs a été commenté dans le chapitre VI. Les grandes lignes sont les suivantes : lorsque toutes les firmes fonctionnent selon une stricte division du travail C(u,q), le salaire relatif des non qualifiés augmente au fur et à mesure que la main d'œuvre qualifiée devient plus abondante. Quand certaines firmes se mettent à choisir un mode de production reposant sur l'autonomie (C(u,q)-D(q)), le salaire relatif devient constant. Il y a donc arrêt de la réduction de l'éventail des salaires. Contrairement aux modèles précédents, nous ne générons pas de mouvement d'accroissement des inégalités salariales dans notre modèle. Néanmoins l'arrêt de la réduction de l'éventail des salaire des salaire entre 1980 et le début des

[150] Si δ représente la productivité dans les activités de conception et γ la productivité dans les activités d'exécution, cette hypothèse s'écrit : $\delta_q/\delta_u > \gamma_q/\gamma_u$.

années 90 concerne nombre de pays industrialisés tandis que la croissance des inégalités salariales caractérise surtout les économies anglo-saxonnes.

[Insérer graphique 7.2]

L'effet sur la composition de la main d'œuvre au sein des entreprises est présenté dans le graphique 7.2 qui représente la part de la main d'œuvre dans les entreprises centralisées (n_C/n), la part des qualifiés travaillant dans une entreprise centralisée (n^q_C/n^q) et la part de la main d'œuvre des entreprises centralisées ayant un niveau de qualification élevé (n^q_C/n_C). Le premier ratio croît régulièrement dans le régime D(u)-C(u,q) puis il se stabilise avec C(u,q) et se met à décroître avec C(u,q)-D(q). Jusqu'à la fin du régime C(u,q), tous les travailleurs qualifiés sont employés dans des entreprises centralisées. La transition de D(u)-C(u,q) vers C(u,q) correspond à un changement important dans les conditions de travail des non qualifiés puisqu'ils sont progressivement exclus de la production de savoir. Ils perdent par conséquent leur autonomie. Quand l'économie passe au régime C(u,q)-D(q), la part des travailleurs qualifiés qui participent à l'activité des entreprises décentralisées commence à décroître. Dans cette seconde phase de transition, ce sont les travailleurs qualifiés qui subissent une transformation de leurs conditions de travail puisqu'ils perdent peu à peu leur position hiérarchique pour des postes de travail où ils vont à la fois concevoir le travail et l'exécuter. Quant aux travailleurs non qualifiés, ils restent spécialisés dans des activités d'exécution.

Dans les régimes D(q)-C(u,q) et C(u,q)-D(q), la part de travailleurs qualifiés dans la main d'œuvre des entreprises centralisées restent constante et deux secteurs coexistent dans l'économie : un secteur où la main d'œuvre est homogène au sein des entreprises (D(u) dans le premier régime et D(q) dans le second, et un secteur caractérisé par la mixité des qualifications (C(u,q)). Dans le régime C(u,q), la mixité

est à son niveau le plus élevé car tous les travailleurs sont employés dans des entreprises centralisées et la part de la main d'œuvre qualifiée au sein des entreprises croît : de plus en plus de travailleurs qualifiés participent aux activités de conception tandis que la main d'œuvre spécialisée dans la production directe régresse.

Ainsi, notre modèle prédit que dans le régime C(u,q)-D(q), une fraction croissante de la main d'œuvre qualifiée s'attache à des entreprises employant uniquement ce type de main d'œuvre. Autrement dit, le mouvement de décentralisation des activités de conception, qui suit l'accroissement du niveau d'éducation dans l'économie conduit à une structure d'emploi plus homogène au sein des entreprises. Mais notre modèle ne décrit pas la dynamique de l'emploi lors de la transition du régime C(u,q) au régime C(u,q)-D(q). Celle-ci peut prendre deux formes différentes : la création d'entreprises nouvelles organisées selon le modèle D(q) tandis que d'anciennes entreprises de types C(u,q) sont détruites ou la transformation progressive d'entreprises C(u,q) en entreprises de type D(q) induisant une destruction d'emplois non qualifiés. Le mouvement de création / destruction d'entreprises peut avoir lieu à la fois au travers du développement de « start-up » de type D(q)[151] qui vont venir concurrencer les entreprises de type C(u,q) sur leur marché ou au travers d'une restructuration des entreprises C(u,q) qui vont se scinder en entreprises D(q) et C(u,q) au moyen de plans de licenciement, de «recentrage sur le métier », de créations de filiales, de sous-traitance et d'externalisation.

Notons que dans tous les modèles que nous avons évoqué, les compétences qui se trouvent au cœur des mécanismes analysés ne sont pas directement de type scolaire, en ce sens qu'elles ne font pas référence à des ensembles particuliers de

[151] Les entreprises de la « nouvelle économie » par exemple pourraient être assimilées à des entreprises de type D(q).

connaissances ou de savoirs. Nous avons parlé de propension à l'erreur mais aussi de la capacité à intégrer des postes de travails caractérisés par une diversité des tâches tant horizontale (polyvalence classique) que verticale (conception et exécution). Ces aptitudes sont des produits-joints du système éducatif mais elles peuvent aussi s'acquérir autrement, au travers des expériences vécues au cours d'une trajectoire professionnelles. On peut néanmoins supposer que le capital culturel joue un rôle important dans leur acquisition.

Des modèles d'équilibre général sur les effets des changements organisationnels sur le marché du travail se sont développés récemment, prenant appui sur des formalisations de l'organisation que nous avons présentées dans notre revue de littérature. En France, deux modèles peuvent être cités : celui de Criffo-Tillet et Villeval (1998) et celui de Thesmar et Thoenig (1999). Le premier montre les effets de la polyvalence (« multitasking ») sur le développement des inégalités salariales en s'appuyant sur le modèle principal / agent avec plusieurs tâches développé par Itoh (1994). Le second introduit des éléments du modèle de Aoki (1986) dans un modèle de croissance endogène à la Aghion et Howitt (1992). Il montre que la firme « H » est plus productive tandis que la firme « J » est plus « réactive », c'est à dire mieux à même d'intégrer des innovations. Avec l'accroissement du niveau d'éducation dans l'économie, le secteur dédié à la R&D se développe accélérant le rythme d'arrivée des innovations. Ceci confère progressivement un avantage comparatif au modèle « J » que les entreprises se mettent à adopter. Ce mouvement est consommateur de main d'œuvre qualifiée et source d'inégalités salariales croissantes.

Au total, la théorie montre que les inégalités croissantes d'emploi et /ou de salaires entre qualifiés et non qualifiés, couramment attribuées au « biais technologique », pourraient tout aussi bien s'expliquer par la vague de changements

organisationnels qui ont restructuré le travail dans les entreprises pendant les vingt dernières années. Le tableau 7.9 synthétise les effets que nous avons passé en revue.

[Insérer tableau 7.9]

Nous avions vu, dans le chapitre VI qu'un changement de la distribution des compétences caractérisant l'environnement de l'entreprise pouvait être un facteur de changements organisationnels. Le mouvement d'expansion scolaire qui a marqué les économies développées depuis les années soixante a très certainement eu un effet de ce type en affectant l'offre de main d'œuvre qualifiée.

Cette section a mis en évidence d'autres mécanismes allant cette fois des changements organisationnels vers le marché du travail. Tout d'abord, la performance des individus au sein des entreprises dépend tout autant de caractéristiques qui leur sont intrinsèques, comme le niveau d'éducation ou les aptitudes non scolaires, que de l'organisation dans laquelle ils s'insèrent. Dès lors, le changement organisationnel affecte cette performance ainsi que la manière dont elle s'agrège dans une performance collective. Ceci a des conséquences sur les rémunérations et sur la demande de travailleurs de différentes qualités. Ainsi, le développement de la polyvalence, de l'autonomie et de la décentralisation des décisions accroît la demande relative de travailleurs qualifiés, ce qui renchérit leur rémunération relative en dépit de leur moins grande rareté due à l'expansion scolaire. De plus, avec le changement organisationnel, les entreprises peuvent préférer n'employer qu'une seule catégorie de main d'œuvre plutôt que d'associer plusieurs catégories. La ségrégation remplace alors la mixité des qualifications au sein des entreprises. Ce mouvement peut aller jusqu'à l'exclusion de la main d'œuvre non qualifiée. Nous allons à présent mobiliser nos données sur l'industrie française pour tester certaines prédictions de ces modèles.

2. Le cas de l'industrie française

Les tests que nous allons conduire portent sur les mêmes données que celles mobilisées dans le chapitre I, le chapitre VI et dans la section B de ce chapitre. Il s'agit de l'enquête TOTTO de 1987 et de l'enquête «changement organisationnel» de 1993. Nous allons travailler sur deux échantillons d'entreprises : une coupe en 1987 et un panel cylindré sur 1988-1992.

La nature et la structure de nos données ne nous permettent de tester qu'une partie des prédictions des modèles que nous venons d'examiner. Notamment, il est difficile de contrôler l'effet de l'offre de qualifications sur des données individuelles d'entreprises. Il est difficile aussi de saisir tous les mouvements qui affectent les frontières de l'entreprise elle-même. Nous avons évoqué le canal possible des créations /destructions d'entreprise. Or d'une part il est très difficile de rassembler des données fiables sur ces mouvements intégrant des informations sur les changements organisationnels, d'autre part il n'y a aucune raison qu'ils restent concentrés à l'intérieur d'un même secteur. L'absence de données sur les services pose notamment problème.

a) Communication, autonomie et qualifications[152]

Avec l'enquête TOTTO, nous disposons d'une coupe pour l'année 1987. Il est donc difficile d'aller au-delà des tests que nous avons réalisés dans le chapitre VI et qui analysent les corrélations entre caractéristiques des postes de travail ouvriers et qualifications.

---

[152] Cette section s'appuie sur les résultats de l'étude que nous avons réalisé à l'INSEE avec Dominique Guellec et qui a débouché notamment sur un article dans Economie et Prévision publié en 1994.

Rappelons que comme la jeunesse de l'ouvrier, sa qualification est associée à une plus grande autonomie et à une participation plus active aux différentes formes d'échange d'information au sein de l'atelier. D'autre part, lorsque la part des ouvriers non qualifiés est importante dans l'entreprise, les postes de travail ouvriers sont plus fortement contraints par la technique. Ces corrélations vont dans le sens des conclusions des modèles examinés : les formes d'organisation plus décentralisées, ou la main d'œuvre directe est plus polyvalente et plus autonome utilisent une main d'œuvre ouvrière plus qualifiée.

[Insérer tableau 7.10]

Dans le tableau 7.10, nous complétons cette première analyse en examinant d'autres indicateurs de qualification ainsi que le coût salarial médian. Plutôt que d'utiliser les quatre variables synthétiques construites dans le chapitre VI, nous mobilisons la typologie que nous avons présentée dans le chapitre I. Elle résulte d'une classification ascendante hiérarchique réalisée à partir de la moyenne des coordonnées des entreprises sur les deux premiers axes factoriels de notre analyse des correspondances multiples. Le tableau 1.28 du chapitre I en résume les grandes lignes. Pour qualifier ces classes, nous avons mobilisé le vocabulaire de Mintzberg (1981) ainsi que celui de la théorie de la régulation. L'adhocratie désigne la catégorie la plus proche du modèle organisationnel « moderne » : communication intense au sein de l'atelier et grande autonomie des ouvriers. La catégorie « fordisme amendé » réunit des entreprises mariant de fortes contraintes techniques et une communication multilatérale au sein de cercles de qualité, de groupes d'expression ou de boîtes à idées. Les deux autres catégories ne font pas écho avec les nouvelles formes d'organisation : un groupe est moyen sous tous points de vue et un autre s'apparente aux « structures simples » où le chef d'entreprise exerce une supervision directe.

Le tableau 7.10 donne les fréquences moyennes au sein de chaque catégorie d'organisation de cinq indicateurs décrivant la structure de la main d'œuvre. Elle est clairement sensible à la forme organisationnelle de l'entreprise. Concernant la main d'œuvre directe, on retrouve, sous une autre forme, le résultat du chapitre VI : plus l'entreprise se caractérise par une forme de coordination horizontale et plus la main d'œuvre ouvrière est qualifiée. Ainsi les entreprises « adhocratiques » ont, en moyenne 71% d'ouvriers qualifiés parmi leur main d'œuvre ouvrière alors que ce chiffre s'élève à 49% dans la « structure simple ». La part des femmes ouvrières est un autre indicateur de la qualification associée aux postes de travail : dans l'industrie, les postes d'ouvrières sont la plupart du temps moins qualifiées que les postes d'ouvriers. Le pourcentage moyen de femmes parmi les ouvriers décroît régulièrement lorsque l'on passe de la « structure simple » au « fordisme amendé » et à « l'adhocratie » : 40%, 20% et 13%.

Comment se caractérise la main d'œuvre indirecte dans ces catégories et comment s'articule-t-elle à la main d'œuvre directe ? L'étendue du contrôle des agents de maîtrise est légèrement moins élevée dans les entreprises qui appartiennent à une catégorie plus décentralisée : un agent de maîtrise encadre en moyenne 11 ouvriers dans les entreprises « adhocratiques » alors qu'il en encadre 17 dans la structure simple. Ce résultat est contraire aux idées que des ouvriers plus autonomes ont moins besoin d'être encadrés ou que la décentralisation croissante s'accompagne d'une baisse du nombre de niveaux hiérarchiques. Mais nous avons vu par ailleurs que nos modèles de hiérarchie ne donnaient pas de réponse claire sur l'évolution de l'étendue du contrôle dans un environnement où la complexité est croissante. Il en est des emplois tertiaires comme des agents de maîtrise : le poids de la main d'œuvre indirecte est légèrement plus élevé dans les entreprises de type « adhocratie » et « fordisme amendé » que dans la structure simple. On retrouve le résultat qu'une

étendue du contrôle plus élevée renchérit le poids de la main d'œuvre indirecte dans l'emploi total. Enfin, dans les entreprises « adhocratiques », les cadres sont plus souvent des ingénieurs spécialisés dans les questions techniques (57%) que dans les trois autres catégories d'entreprises (50%).

Le coût salarial médian est plus élevé dans les catégories d'entreprise dont l'organisation semble plus décentralisée (« adhocratie » et « fordisme amendé ») que dans les deux autres. On pourrait voir là une confirmation du résultat de Lindbeck et Snower (1996). Mais c'est un indicateur qui synthétise beaucoup de choses, et notamment la structure des qualifications. Notre comparaison de médianes n'est donc pas suffisante pour aller au delà du constat des différences dans la structure des qualifications entre catégories d'entreprises en 1987. L'enquête « changement organisationnel » en identifiant partiellement les chocs organisationnels qui ont marqué les entreprises industrielles interrogées entre 1988 et 1992 nous permet d'aller un peu plus loin que ces quelques statistiques descriptives.

b) Qui « gagne » dans les changements organisationnels ?[153]

Avec l'enquête «changement organisationnel » réalisée par le SESSI en 1993, nous allons chercher à identifier les gagnants des réorganisations. Nous savons en effet qui « gagne » des responsabilités dans l'entreprise avec les changements organisationnels. Nous allons vérifier quels sont les catégories de salariés qui y « gagnent » en terme d'emploi.

---

[153] Cette section s'appuie sur un article que nous avons publié en 1996 dans *Economie et Statistique*, N°298, pp. 35-44 : « Progrès technique et changements organisationnels : leur impact sur l'emploi et les qualifications ».

(1) Le cadre méthodologique

Dans notre échantillon apparié[154], nous disposons d'une information très riche sur la qualification des postes de travail présents dans l'entreprise grâce à l'enquête sur la structure des emplois (ESE). Comme nous disposons de cette information pour la période 1988-1992, nous pouvons examiner comment la structure des emplois se déforme dans le temps en fonction de la catégorie de changements organisationnels qui caractérise l'entreprise.

Par contre, il est difficile de traiter la question des inégalités salariales du point de vue de l'entreprise avec l'information très grossière dont nous disposons car nous ne connaissons que son coût salarial moyen[155]. Dans la section B (B-2-c), nous avons vu que les différences de coût salarial moyen entre les catégories de changements technologiques et organisationnels n'était pas significatives lorsque l'on tenait compte de la taille et du secteur d'appartenance des entreprises. Mais ce résultat est insuffisant pour conclure quant à l'effet des réorganisations sur les inégalités salariales. Il faudrait le compléter par un examen des différences de rémunération par niveau de qualification interne aux entreprises et entre entreprises. Notons aussi que la période 1988-1992 correspond à un demi cycle : 1988-1989 est un pic de croissance alors que 1993 est une année noire pour l'économie française. La menace du chômage était alors un argument de poids pour les entreprises. Cela les a mis en position de force pour réorganiser la production avec des contreparties minimales en terme de salaires. L'entrée par les salaires n'est donc pas forcément pertinente pour l'industrie française sur cette période. D'ailleurs, contrairement aux pays anglo-

---

[154] Cet échantillon est présenté dans l'annexe III.3.

[155] La nouvelle enquête sur les Changements Organisationnels et l'Informatisation (COI) permettra d'avancer sur ces questions. En effet, le fichier des déclarations annuelles de données sociales (DADS) a servi de base de sondage pour cette enquête et il fournit une information détaillée sur les rémunérations.

saxons, on n'observe pas en France de creusement des inégalités salariales au niveau macroéconomique mais un accroissement des inégalités de niveau de vie qui s'enracine dans la persistance d'un chômage à un niveau élevé.

Pour traiter la question du lien entre changements organisationnels et structure de la main d'œuvre, nous allons conserver le cadre méthodologique utilisé pour l'analyse de la productivité et présenté dans la section B (B-2-b). Nous allons examiner conjointement les effets des changements organisationnels et des changements technologiques en utilisant, dans les régressions, nos deux jeux d'indicatrices (I^{Oj}_i et I^{Tj}_i). Nous allons aussi travailler sur des différences inter-individuelles et sur des différences longues.

Le modèle sur lequel nous nous appuyons est identique à celui mobilisé dans la plupart des études empiriques cherchant à cerner le biais technologique. Il dérive de l'application du lemme de Shephard à une fonction de coût de type translog. Si l'on prend le cas le plus simple d'un processus de production s'appuyant sur deux facteurs, la main d'œuvre qualifiée (L^q) et la main d'œuvre non qualifiée (L^u), ce modèle s'écrit :

$$\begin{cases} S^q_{it} = \alpha_q + \beta_{qq}\mathrm{Logw}^q_{it} + \beta_{uq}\mathrm{Logw}^u_{it} + \beta'_{qz}Z_i \\ S^u_{it} = \alpha_u + \beta_{uq}\mathrm{Logw}^q_{it} + \beta_{uu}\mathrm{Logw}^u_{it} + \beta'_{uz}Z_i \end{cases} \qquad [7.20]$$

$$\text{avec} \quad \alpha_q + \alpha_u = 1,\ \beta_{qq} + \beta_{uq} = 0, \beta_{uu} + \beta_{uq} = 0,\ \beta_{qz} + \beta_{uz} = 0$$

où S_{it}^k (k=q ou u) représente la part de chaque catégorie de main d'œuvre dans les coûts totaux de l'entreprise, w_{it}^k le coût du travail associé. Les changements technologiques et organisationnels adoptés par l'entreprise sont représentés par le vecteur Z_i. Dans ces équations, les vecteurs β'_{qz} et β'_{uz} mesurent l'impact de nos

variables d'intérêt sur la part des deux qualifications dans la structure des coûts de l'entreprise.

Nous n'allons pas directement estimer [7.20] car nous ne connaissons pas le coût du travail associé à chaque niveau de qualification. Ces coûts interviennent à droite de l'équation, comme variables explicatives et à gauche comme élément du calcul de S_{it}^{k}. Nous allons estimer des équations où ce sont les parts des différentes qualifications dans l'emploi total de l'entreprise (L^{q}/L et L^{u}/L) qui sont expliquées. Par ailleurs, nous allons faire l'hypothèse que des indicatrices de secteur et de taille (notée D_s) sont suffisantes pour contrôler des différences de coût du travail entre qualifications. Dès lors, les équations que nous allons estimer ont la forme suivante :

$$\begin{cases} L_{it}^{q} / L_{it} = \sum_{s} \alpha_{q}^{s} D_{s} + \sum_{j=1}^{3} \beta_{q}^{Oj} I_{i}^{Oj} + \sum_{j=1}^{3} \beta_{q}^{Tj} I_{i}^{Tj} + \varepsilon_{it}^{q} \\ L_{it}^{u} / L_{it} = \sum_{s} \alpha_{u}^{s} D_{s} + \sum_{j=1}^{3} \beta_{u}^{Oj} I_{i}^{Oj} + \sum_{j=1}^{3} \beta_{u}^{Tj} I_{i}^{Tj} + \varepsilon_{it}^{u} \end{cases} \qquad [7.21]$$

Comme pour les tests concernant la productivité, nous estimons [7.21] dans la dimension inter-individuelle en prenant la moyenne sur la période 1988-1992 des variables L_{it}, L^{q}_{it} et L^{u}_{it}. La littérature théorique n'est pas toujours très claire sur la définition de la qualification. Certains modèles opposent la main d'œuvre directe à la main d'œuvre indirecte tandis que d'autres font référence au niveau d'études. Pour ne pas trancher cette question, nous allons croiser ces deux critères en distinguant cinq catégories de main d'œuvre (k=1 à 5) plutôt que deux : les cadres, les professions intermédiaires, les employés, les ouvriers qualifiés et les ouvriers non qualifiés. Afin de tenir compte du caractère dynamique de nos variables d'organisation et de technologie, nous allons aussi estimer [7.21] en expliquant le taux de croissance sur cinq ans de la part de chaque catégorie d'emploi plutôt que la

part elle-même. L'équation en niveau peut être interprétée comme indiquant si les entreprises réorganisées sont particulières du point de vue de la structure de leur main d'œuvre. L'équation en différences longues permet d'explorer l'effet des chocs technologiques et organisationnels sur les trajectoires d'emploi des entreprises.

Un dernier test vient compléter cette analyse des trajectoires d'emplois en mobilisant la méthodologie de Davis et Haltiwanger (1992). Cette méthodologie a été initialement conçue pour analyser les variations sectorielles d'emploi. Nous allons l'appliquer à l'entreprise pour synthétiser les mouvements de nos cinq catégories de main d'œuvre ($k \in [1,5]$) sur la période de 5 ans ($t \in [1988,1992]$) considérée. Avec cette méthode, on utilise l'information sur les variations d'emplois par année alors que les différences longues n'utilisent que les deux années extrêmes. Ainsi, nous avons calculé les différences d'effectifs d'une année sur l'autre pour chaque qualification et nous avons sommé d'une part les différences positives (création nette de postes) et de l'autre les différences négatives (destruction nette de postes) enregistrées dans l'entreprise. Ces deux totaux cumulés sur cinq ans ont été rapportés aux effectifs de l'entreprise en 1992, dernière année dont nous disposons. Le total des variations positives (respectivement négatives) rapportée aux effectifs de 1992 forme le taux de création de postes g^{pos}_{it} (respectivement le taux de destructions de postes g^{neg}_{it}). La somme de ces deux taux forme le flux total de main d'œuvre g^{flux}_{it}. Ces calculs s'écrivent de la manière suivante :

$$\begin{cases} g_{it}^{k} = \dfrac{L_{it}^{k} - L_{it-1}^{k}}{L_{i92}} \\ g_{i}^{pos} = \sum\limits_{\substack{t,k \\ g_{it}^{k}>0}} g_{it}^{k}, \; g_{i}^{neg} = \sum\limits_{\substack{t,k \\ g_{it}^{k}<0}} g_{it}^{k} \\ g_{i}^{flux} = g_{i}^{pos} + g_{i}^{neg} \end{cases} \qquad [7.22]$$

Ces indicateurs contribuent à décomposer la différence longue du niveau d'emploi en tenant compte des changements qui ont eu lieu chaque année au sein des différentes catégories de main d'œuvre. Ils décrivent donc la turbulence intrinsèque aux mouvements d'emploi propres à l'entreprise. Nous allons chercher à tester si les réorganisations se caractérisent par une turbulence plus forte du comportement d'emploi en estimant des équations construites comme [7.21] avec, pour variables expliquées les trois taux donnés par l'équation [7.22] : le taux de création de postes, le taux de destruction de postes et le flux total de main d'œuvre.

Comme dans l'analyse de la productivité que nous avons conduite dans la section B, les coefficients β^{Oj} et β^{Tj} se lisent comme mesurant un écart moyen entre la population de référence, c'est à dire les entreprises qui ont conservé une même technologie et une même organisation entre 1988 et 1993 et les sous-populations correspondant à chaque catégorie de changement technologique et organisationnel. De même, nous présentons des résultats avec et sans indicatrices de taille et de secteur (respectivement colonnes A et B des tableaux).

(2) Les différence inter-individuelles de structure de main d'œuvre

Le tableau 7.11 montre les différences dans la structure des qualifications de l'entreprise selon son appartenance à une classe de changements technologiques ou

organisationnels. On observe que les résultats concernant les parts de cadres, de professions intermédiaires ou d'employés sont sensibles à la taille et au secteur de l'entreprise car ils disparaissent presque systématiquement lorsqu'ils sont contrôlés par des indicatrices. Ainsi, ces parts sont sensiblement plus élevées dans les grandes entreprises ou dans les entreprises de la chimie ou des biens d'équipement[156]. Nous ne commenterons que les effets qui se maintiennent à taille et secteur donnés.

[Insérer tableau 7.11]

Les entreprises qui ont choisi de s'orienter vers le modèle de l'entreprise flexible se caractérisent, à taille et secteur donné par une part de cadres plus légère. Celle-ci s'élève à 8% en moyenne dans la catégorie de référence, à 7% dans la catégorie ORGA1. L'autre catégorie de changements organisationnels qui présente une structure particulière de qualifications est la catégorie ORGA3, celle où les compétences des ingénieurs, cadres, techniciens et agents de maîtrise augmentent sans qu'il y ait véritablement d'innovations organisationnelles. Cette catégorie a une part d'ouvriers qualifiés inférieure de 4% à celle de la population de référence et une part d'ouvriers non qualifiés supérieur de 3%. Ceci semble cohérent avec le fait que cette catégorie d'entreprise n'a pas cherché à accroître la sphère de responsabilité de la main d'œuvre directe.

La catégorie de changements technologiques la plus innovatrice (TECH1) ne se caractérise pas par une structure des qualifications différente de celle de la population de référence. Notons cependant que cette catégorie utilise des robots et des MOCN et qu'elle a aussi introduit plusieurs systèmes de production assistés par

---

[156]Dans le secteur des biens d'équipement, la différence pour la part d'employés n'est pas significative mais elle l'est très nettement pour les parts de cadres et de professions intermédiaires.

ordinateur. Or ces deux catégories de technologie impliquent des structures de qualification spécifiques comme le montrent les coefficients associés à TECH2 (robot ou MOCN, introduction d'aucun ou d'un système assisté par ordinateur) et à TECH3 (pas de robots ni de MOCN, introduction de plusieurs systèmes assistés par ordinateur). La présence de robots et/ou de MOCN seuls est associée à une part d'ouvriers non qualifiés supérieure de 6% environ à celle de la catégorie de référence et à une part de professions intermédiaires inférieure de 2%[157]. La main d'œuvre présente dans l'atelier est donc plutôt moins qualifiée que dans les entreprises n'ayant pas introduit d'innovations technologiques. L'adoption de beaucoup de systèmes assistés par ordinateur, lorsqu'elle n'est pas associée à l'usage de robots et/ou de MOCN conduit, quant à elle,à une proportion d'ouvriers non qualifiés inférieure de 5% à celle de la catégorie de référence. Les entreprises qui introduisent des ordinateurs dans l'atelier ont donc une main d'œuvre plus qualifiée que celle qui utilisent des robots et des MOCN. Ces deux effets semblent se compenser dans la catégorie TECH1 où les deux types de technologies sont utilisés.

Au total, on observe que le stock de qualifications présent dans l'entreprise influence en partie les choix technologiques et organisationnels qui y sont fait. On observe aussi que les technologies de fabrication avancées ne sont pas toutes associées aux mêmes qualifications dans l'entreprise et qu'il est important de différencier notamment les robots et MOCN des systèmes de production assistés par ordinateur. Un simple comptage de ces différentes technologies aurait masqué ce résultat. Nous allons voir à présent l'impact de ces choix sur les transformations de la

---

[157]Ces parts s'élèvent respectivement à 35% et 10% dans la catégorie de référence lorsque l'on contrôle par la taille et le secteur.

structure des qualifications dans l'entreprise que résume l'évolution des parts des différentes qualifications.

(3) Les différences longues

Contrairement à l'information sur la structure des qualifications, l'information sur l'évolution de cette structure est peu sensible à la taille et au secteur d'appartenance de l'entreprise (tableau 7.12). Elle est aussi particulièrement insensible à l'information sur les changements technologiques[158]. Si ceux-ci orientent la croissance des effectifs globaux, ce sont les changements organisationnels qui vont guider l'évolution des besoins de l'entreprise en qualifications. On peut remarquer aussi que la seule catégorie de changements organisationnels qui avait un impact sur l'évolution des effectifs (ORGA2) n'a pas d'impact sur l'évolution de la structure des qualifications. Ce changement organisationnel « fonctionne » donc comme un changement technologique, à ceci près qu'il détériore la productivité.

[Insérer tableau 7.12]

L'orientation vers le modèle de l'entreprise flexible (ORGA1) conduit au développement de la part des cadres dans l'entreprise (elle croît de 9% alors qu'elle est stable dans la population de référence) au détriment de la part des employés (qui croît de 4% alors qu'elle croît de 12% dans la population de référence[159]). Cet effet est relativement inattendu car l'accroissement de la sphère de responsabilité de l'opérateur est associée à une baisse des niveaux hiérarchiques. Le lien, fréquemment

---

[158] Le seul impact de la technologie est un impact positif de la catégorie TECH1 sur la croissance de la part des employés.

[159] La catégorie des employés est la seule qualification dont la part se développe dans la population de référence lorsque l'on contrôle par la taille et le secteur.

évoqué, entre baisse des niveaux hiérarchiques et chômage des cadres n'a donc rien d'évident et ce résultat fait écho aux quelques statistiques de l'enquête TOTTO que nous avons examinées dans la section a.

Les entreprises appartenant à cette catégorie ont un effectif total qui baisse légèrement en moyenne, comme dans la catégorie de référence, mais les emplois de cadres sont moins affectés par cette baisse que les autres emplois dans l'entreprise. Rappelons aussi que ces entreprises se caractérisent, en structure, par une part de cadres légèrement inférieure à celle de la catégorie de référence. Il semble donc que l'on assiste, sur la période, à une sorte de rattrapage pour les emplois de cadres. Par ailleurs, si les responsabilités et les tâches des opérateurs se diversifient dans les entreprises de ORGA1, cela ne conduit pas pour autant à un accroissement de la part des ouvriers dans les effectifs totaux. Il s'agit donc bien d'une plus grande variété de tâches exercées sur un même poste et non pas d'un accroissement de la variété des postes ouvriers.

Les entreprises qui connaissent un accroissement des compétences de l'encadrement non associé à des changements organisationnels (ORGA3) semblent bien être sur une trajectoire d'approfondissement. Elles se caractérisent par une part d'ouvriers qualifiés plus faible et cette part se réduit dans le temps, ainsi que la part d'employés. La part des cadres, au contraire, se développe sensiblement. Ceci renforce l'interprétation proposée sur cette catégorie de changements : ces entreprises maintiennent une logique de coordination verticale où les changements internes à l'entreprise sont portés par l'encadrement et transmis, sous forme de normes et de consignes, à des ouvriers peu qualifiés dont la sphère d'intervention reste inchangée.

Au total, si l'évolution nette de l'emploi apparaît peu sensible aux changements organisationnels, il n'en va pas de même de sa structure. Ici il est important de

distinguer entre l'impact des réorganisations au niveau individuel de celui sur les catégories de main d'œuvre associées aux postes. Nous avons vu qu'une partie des changements organisationnels étaient associés à l'enrichissement des compétences des opérateurs. Pourtant, les changements organisationnels sont, au mieux, neutres sur l'emploi de la main d'œuvre la moins qualifiée (employés et ouvriers), au pire, ils contribuent à réduire la part celle-ci dans l'effectif total comparativement aux autres entreprises. En revanche, les cadres voient leurs effectifs généralement s'accroître lors d'un changement organisationnel même si le contenu de celui-ci tend à réduire leur sphère de responsabilité. Sur la base de ces résultats, tout se passe comme si les changements organisationnels conduisaient à une substitution entre la main d'œuvre la plus qualifiée et la main d'œuvre la moins qualifiée.

Le dernier test effectué cherche à synthétiser à la fois l'information sur l'évolution des effectifs et celle sur l'évolution de la structure des qualifications au travers de la construction d'une variable sur les flux de main d'œuvre qui traversent l'entreprise.

(4) Le mouvement de « réallocation » des emplois

Si l'on raisonne sur la population de référence, à taille et secteur donnés, on observe que sur cinq ans, l'équivalent de 8% des postes présents en 1992 en moyenne a été créé sur la période tandis que l'équivalent de 10% de ces postes a été détruit. Au total, l'équivalent de 18% des postes présents en 1992 a connu des changements nets sur la période de cinq ans. Cet indicateur constitue une borne inférieure des mouvements de postes (par exemple, l'entreprise décide de supprimer définitivement un poste de secrétaire ou de créer un poste de responsable logistique) et des mouvements de main d'œuvre sur postes (le nouveau poste créé peut être pourvu par

une personne nouvellement embauchée et la personne occupant le poste perdu peut avoir obtenu une promotion) au sein de l'entreprise.

[Insérer tableau 7.13]

Le tableau 7.13 montre les différences de flux de main d'œuvre selon les catégories de changements technologiques et organisationnels. On observe que l'appartenance à une des catégories d'innovation technologique réduit le taux de destruction de postes d'un montant compris entre 1% et 2% selon les catégories. L'introduction de technologies de production avancées a donc plutôt tendance à équilibrer le rapport entre créations et destructions de postes dans l'entreprise. L'effet favorable des technologies sur l'emploi, que nous avons mis en évidence précédemment s'expliquerait par une moindre propension à détruire des postes dans les entreprises dont la technologie est innovante. Ces entreprises créent proportionnellement autant d'emplois que les autres mais la sécurité de l'emploi y serait plus grande.

Les changements organisationnels ont, quant à eux un effet contraire pour la catégorie de changements où le travail direct est profondément modifié (ORGA1). La destruction de postes est supérieure de 1% par rapport à la catégorie de référence. Mais, par ailleurs, la création de postes est aussi légèrement supérieure, même si cet effet est moins significatif (il l'est au seuil de 12%). C'est pourquoi cette catégorie n'a pas plus réduit son emploi que les autres même si elle en a modifié la composition. Ce mouvement de transformation à l'intérieur de l'entreprise pourrait traduire un mouvement de rationalisation.

Ainsi, si les changements technologiques orientent la croissance des effectifs globaux, les changements organisationnels vont guider l'évolution des besoins de

l'entreprise en qualifications. Une entreprise qui investit en technologies de production avancées sans changer son organisation voit ses effectifs croître, sans qu'il y ait déformation de sa structure des qualifications. Il faut cependant conserver à l'esprit les liens de complémentarité qui existent entre changements technologiques et changements organisationnels.

Ces résultats tendent donc à montrer que le «biais technologique » est plutôt une «biais organisationnel ». La technologie n'est pas à l'origine d'une déformation de la structure des qualifications de l'entreprise. Mais les technologies nouvelles s'implantent dans des entreprises dont la structure des qualifications est particulière. Si ces entreprises sont mieux armées pour affronter la concurrence sur les marchés, elles peuvent avoir un taux de survie supérieur ce qui, à terme, transforme les paramètres de demande des différentes qualifications.

En revanche, les changements organisationnels affectent directement les besoins de qualification dans l'entreprise. Il faut distinguer le point de vue individuel (celui des responsabilités) et le point de vue du groupe (la part des différentes qualifications dans l'effectifs global de l'entreprise), qui ne sont pas convergents.

Du point de vue individuel, les catégories qui «gagnent » des responsabilités sont les opérateurs dans le modèle de l'entreprise flexible, les spécialistes dans le modèle de la technicisation. Ces «gains » ne se traduisent pas par un avantage en termes d'effectifs. Dans le modèle de l'entreprise flexible, l'évolution de la part des ouvriers n'est pas différente de celle observée dans l'ensemble de la population ; dans le modèle de technicisation, les techniciens et les ouvriers qualifiés ne voient pas leurs effectifs croître plus que celui de l'ensemble de la main d'œuvre. Du point de vue du groupe, les catégories quantitativement favorisées ou défavorisées ne sont pas celles que l'on attend. Tout se passe comme si, en termes quantitatifs, les

changements d'organisation affectaient la main d'œuvre indirecte, essentiellement les cadres qui sont favorisés même si l'on diminue le nombre de niveaux hiérarchiques, et les employés qui sont défavorisés.

On peut donc, à juste titre, se demander ce que l'on entend par main d'œuvre qualifiée. Du point de vue des directeurs de production, cela est très ambigu : une question de l'enquête portait sur l'évolution sur 5 ans de la part de la main d'œuvre qualifiée dans l'entreprise. La réponse n'est pas corrélée à l'évolution des parts de qualifications que l'on a distinguées.

3. Les résultats empiriques issus d'autres enquêtes

Les études empiriques sur les effets des réorganisations sur l'emploi et les salaires sont beaucoup moins nombreuses que celles consacrées à l'hypothèse de « biais technologique »[160]. Nous avons recensé deux études s'appuyant sur des données statistiques (Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt, 1998 ; Caroli et Van Reenen, 1999) et un article plus qualitatif (Shaw 1999[161]). Les données utilisées dans ces études ont été présentées dans le chapitre I (section A-c-2) et ont aussi été mobilisées pour analyser les effets des nouvelles formes d'organisation sur la productivité des entreprises (Brynjolfsson et Hitt, 1997a ; Coutrot, 1996 et Ichniowski, Shaw et Prennushi, 1997). Il s'agit de données issues d'une enquête auprès des grandes entreprises américaines (Fortune 1000), des données de l'enquête REPONSE (1992), et de son homologue anglaise, l'enquête WIRS (« Workplace Industrial Relations »,

---

[160] Pour une revue de littérature sur le biais technologique, voir Bouabdallah, Greenan et Villeval (1999).

[161] L'article de Kathryn Shaw a été préparé pour une conférence que nous avons co-organisée les 22 et 23 juin 1998 à Nice dans le cadre du séminaire franco-américain du NBER Cette conférence avait pour titre : « Information communication technologies, employment and earnings ». Les articles présentés en séance plénière lors de cette conférence ont été réunis dans un volume qui sera publié chez MIT press (Greenan, L'Horty et Mairesse (Eds.), 2000).

1984, 1990)[162] qui couvrent à la fois l'industrie et le tertiaire, et des données sur des lignes de production de l'industrie sidérurgique. Ces trois études considèrent, chacune à leur manière, l'effet conjoint des investissements informatiques et des changements organisationnels sur le contenu en qualifications de la demande de travail des entreprises.

Les mesures des changements organisationnels ou des pratiques managériales innovantes utilisées par les entreprises sont identiques à celles mobilisées dans les études sur la productivité pour Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (1998) et pour Shaw (1999). Pour la première, il s'agit d'échelles d'intensité d'usage couvrant les domaines des équipes de travail autonomes, des groupes d'expression, de la polyvalence, du rythme et de la prescription du travail ; pour la seconde, il s'agit d'un ensemble de pratiques de gestion de la main d'œuvre destinées à améliorer la performance. Ces deux études prennent donc en considération un ensemble assez large de pratiques. L'option prise par Caroli et Van Reenen (1999) est plus restrictive. Ils utilisent une seule variable de changements organisationnels. Pour le Royaume-Uni, on considère que l'établissement a changé l'organisation du travail si le responsable interrogé a déclaré que sur les trois dernières années, des changements substantiels dans l'organisation du travail ou dans les pratiques de travail de la main d'œuvre directe ou indirecte ont été introduits. En France, L'établissement est identifié comme ayant changé son organisation en France si le responsable interrogé déclare qu'un raccourcissement de la ligne hiérarchique a eu lieu sur les trois dernières années.

---

[162] Pour l'enquête anglaise, un panel d'environ 400 établissements sur la période 1990-1994 est utilisé. Pour l'enquête française, il s'agit d'un panel d'environ 1000 établissements sur la période 1992-1996.

Contrairement aux études sur la productivité, celles s'intéressant aux effets des changements organisationnels ou des pratiques organisationnelles innovantes sur la structure des qualifications convergent. Ces changements génèrent un choc sur la demande de travail favorisant la main d'œuvre qualifiée au détriment de la main d'œuvre non qualifiée. Si divergence il y a, elle porte plutôt sur le rôle de la technologie et sur la définition sous-jacente des qualifications.

Shaw (1999) a réuni un ensemble de données sur les pratiques de recrutement des entreprises sidérurgiques et sur l'évolution des méthodes de travail. Le processus de production de l'acier a, sur le fond, peu changé sur les vingt dernières années. Par contre le travail ouvrier a changé. Tout d'abord, les ordinateurs sont présents partout. Au lieu d'être positionné le long de la ligne de production, les ouvriers travaillent maintenant dans des locaux à air conditionné qui la dominent. L'information à laquelle ils accèdent est différente. Avant, ils regardaient comment les choses se passaient et intervenaient manuellement. Maintenant, ils reçoivent des informations formalisées comme des diagrammes ou des données transmises par des capteurs et des caméras qui se trouvent sur la ligne et ils interviennent par l'intermédiaire d'un clavier. A l'informatisation s'ajoute une plus grande autonomie de décision au sein des équipes de production. Cette décentralisation est plus fréquente dans les établissements récents plus fortement informatisés que dans les établissements anciens. Il est donc très difficile de séparer l'informatisation et les nouvelles pratiques de gestion de la main d'œuvre.

En réponse à ces changements, les établissement sidérurgiques ont changé leur mode de recrutement. Avant, ils recrutaient les demandeurs qui se présentaient à la porte de l'usine, après des études secondaires. Maintenant, ils recrutent au même niveau d'étude mais en sélectionnant les candidats. On demande aux ouvriers des compétences accrues : des connaissances mathématiques plus poussées et une

connaissance de l'informatique, mais surtout des compétences personnelles comme l'esprit d'équipe, le goût de l'autonomie et une attitude positive vis à vis du travail. Ainsi, il est difficile de mesurer de manière séparée l'effet de la technologie et l'effet des pratiques organisationnelles sur les besoins de qualifications, et les compétences accrues demandées à la main d'œuvre ne se mesurent pas aisément car elles ne sont qu'en partie associées au diplôme et à l'expérience. Cet argument pourrait venir expliquer le fait que l'on n'observe pas, avec les données de l'enquête «changement organisationnel », de changement dans la structure de la main d'œuvre ouvrière des entreprises françaises.

Pour Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (1998), le facteur déclenchant central est la baisse du prix des ordinateurs qui pousse les entreprises à développer leurs équipements informatiques. Les changements organisationnels ainsi que ceux qui affectent les besoins de l'entreprise en qualifications dérivent de l'acquisition croissante de technologies de l'information et des communications. Comme la baisse du prix des équipements informatiques va se poursuivre, le biais technologique associé, renforcé par les changements organisationnels complémentaires est donc appelé à perdurer.

Pour ces auteurs, la diffusion de l'informatique transforme avant tout le travail de bureau et les compétences requises de la main d'œuvre indirecte. L'ordinateur permet d'automatiser les tâches les plus simples, ce qui détruit les postes d'employés les moins qualifiés. Les entreprises recherchent alors des employés ayant des capacités cognitives suffisantes pour résoudre les problèmes complexes que la machine ne sait pas traiter. De plus, l'informatique permet de traiter plus d'informations ce qui remet au goût du jour les problèmes de goulot d'étranglement dans le traitement hiérarchique de l'information que les théories de la hiérarchie présentées dans le chapitre IV ont tenté de formaliser. Les hiérarchies ont dès lors

intérêt à se décentraliser en augmentant l'autonomie des niveaux intermédiaires de décision. Cette histoire est cohérente avec nos observations sur l'industrie française : les entreprises qui se décentralisent ont une structure de main d'œuvre qui se déforme en faveur des cadres et au détriment des employés.

Avec les données en coupe qu'ils mobilisent, Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (1998) ne peuvent tester de relation de causalité. Sur leur coupe d'environ 300 entreprises observées en 1995, ils obtiennent des corrélations fortes et significatives entre les variables mesurant l'usage des technologies de l'information et la croissance de cet usage, les variables mesurant les pratiques organisationnelles innovantes et les variables mesurant la composition de la main d'œuvre en terme de qualification des postes de travail et de capital humain. Leur interprétation est que ces trois types d'investissement sont complémentaires au sens que la théorie des complémentarités productives donne à ce terme. De nombreux tests supplémentaires sont mobilisés à l'appui de cette interprétation, notamment des tests sur l'impact conjoint de ces variables sur la productivité et des interviews de responsables d'entreprises. Mais ces résultats sont fragilisés par le biais de sélection inhérent à leur échantillon d'entreprises.

Caroli et Van Reenen (1999) interprètent leurs résultats franco-britanniques de la même manière. Dans les deux pays, ils observent que le changement organisationnel réduit la part des ouvriers non qualifiés dans la structure des coûts des entreprises en moyenne période (1984-1990 pour le Royaume-Uni, 1992-1996 pour la France). Au Royaume-Uni, il est difficile d'identifier la catégorie de travailleurs qui en bénéficie tandis qu'en France, c'est la part des ouvriers qualifiés qui se développe. L'introduction, dans les équations, d'indicateurs d'informatisation affecte peu les coefficients associées aux variables de changement organisationnel. Au Royaume-Uni, le recours croissant aux technologies de l'information a un impact

sur la main d'œuvre indirecte plutôt que sur les ouvriers (sur les cadres surtout) tandis qu'en France, le coefficient associé à la variable d'usage de l'informatique n'est pas significatif.

Au total, les changements organisationnels semblent clairement affecter la composition de la main d'œuvre des entreprises. Mais il est encore difficile de définir les qualifications précises qui sont touchées ainsi que de concevoir des tests robustes sur les mécanismes sous-jacents. L'approfondissement de ces résultats constitue une piste de recherche largement ouverte et qui dépend de manière cruciale de la qualité et la richesse des bases de données qui seront utilisées.

Tableau 7.1 : De l'organisation à la fonction de production : théories centrées sur la formalisation du système d'information

Choix d'organisation	**Contribution productive indirecte de l'organisation**	**Fonction de production (Y), de coût (C) ou de profit (Π)**
	Théorie des équipe	
Structure d'information (η) Réseau de communication Temps passé à investir dans l'information (t) Structure de décision (a) Coût fixe d'organisation (κ_S) *Aoki (1990a)*	Incertitude sur les coûts de production ou sur la demande $\mathbf{V_S(t)}$ **:** valeur de l'information associée à une organisation de type S : (η,t,a,κ_S) $\mathbf{V_S(t)} = p_h^* - p_0^* =$ $\max_a E\Pi[x, a(h(t))] - \max_a E\Pi[x, a(0)]$	$\Pi(t) = (T-t)(p_0^* + V_S(t))$
	Théories du traitement de l'information	
x= valeur d'un projet, incertaine au moment de l'évaluation $=x_1$ (bon) ou $-x_2$ (mauvais) α= proportion de bons projets P_1 (P_2)= probabilité individuelle d'accepter un bon (mauvais) projet f_i^S= probabilité collective d'accepter un projet de type i (=1 ou 2) dans une organisation de type S (S=P ou H) P= polyarchie, H= hiérarchie, n= nombre d'évaluateurs *Sah et Stiglitz (1985, 1986)*	Incertitude sur la valeur des projets $\mathbf{Y^S}$: Rendement attendu du portefeuille de projets sélectionnés $\mathbf{Y^S = E(xf^S)} = \alpha x_1 f_1^S - (1-\alpha) x_2 f_2^S$ **avec** $f_i^P = 1 - (1 - P_i)^n$ $f^H(x) = P_i^n$ $\mathbf{E^S}$ **:** coût collectif d'évaluation d'un projet dans une organisation de type S	Le projet peut viser à réduire les coûts de production, lancer un nouveau produit, accroître la productivité du capital physique etc.
Organisation hiérarchique H= hauteur de la hiérarchie 0= niveau des ateliers h= niveau hiérarchique $\in$ [0,H] q_h= nombre de travailleurs à h w_h= taux de salaire du niveau h λ_h= qualité d'un travailleur à h D= temps total de traitement de l'information V= erreur cumulée s_h= étendu du contrôle de h / h-1 m_h= nombre de mots utilisés pour codifier au niveau h M= richesse en nombre de mots du langage naturel a_h= codification de h / h-1 *Beckmann (1977)* *Calvo et Wellicz (1978, 1979)* *Keren et Levhari (1989)*	$\mathbf{y_h}$ **:** service de supervision et d'encadrement fourni au travailleurs du niveau h $y_h = q_h f_h\left(1, \frac{y_{h+1}}{q_h}\right)$	$Y_H = q_0 f_0\left(\frac{q_1}{q_0}\right) f_1\left(\frac{q_2}{q_1}\right) \ldots f_{H-1}\left(\frac{1}{q_{H-1}}\right)$
	Incertitude sur le niveau d'effort $\mathbf{e_h}$ **:** niveau optimal d'effort fourni par un travailleurs supervisé de niveau h $e_h = f\left(\frac{e_{h+1} q_{h+1}}{q_h}, w_h, e_{h+1}\right)$ « monitoring » avec perte de contrôle $e_h = f\left(\frac{l_{h+1} q_{h+1}}{q_h}, w_h\right)$ « monitoring » uniforme	$\Pi_H = q e_{H-1} e_{H-2} \ldots e_0 q_0 - \sum_{h=0}^{H-1} w_h q_h$ $\mathbf{w_h}$ **endogène**
	Le traitement de l'information permet de prendre des décisions plus vite (D) en codifiant l'information, ce qui est source d'erreurs (V) $D = \sum_{h=0}^{H} t_h, t_h = f(s_h, m_h), f_1 > 0, f_2 > 0, f_{12} \geq 0$ $V = \sum_{h=0}^{H} e_h, e_h = g(a_h, \frac{m_h}{M}), g_1 > 0, g_2 < 0, g_{12} \leq 0$	$Y_H = F(q_0, D, V), F_1 > 0, F_2 < 0, F_3 < 0$ $C_H = w_0 q_0 + w_a \sum_{h=1}^{H} q_h$

Tableau 7.2 : De l'organisation à la fonction de production : théories centrées sur la formalisation du système de production

Choix d'organisation	Contribution productive de l'organisation	Fonction de production (Y)
L'organisation comme facteur de production spécifique		
Les inputs (x) sont hétérogènes Le manager apprends à les connaître au moyen d'une expérience	**T=** capital organisationnel **S**avoir accumulé par le manager lors de ses expériences x	$\mathbf{Y=F(T,x)}$
L'organisation façonneuse de complémentarités technologiques		
Division horizontale du travail		
Deux tâches A et B complémentaires N_A et N_B : nombre de travailleurs affectés à A et B « Multiskilling » : formation sur plusieurs tâches. $\tilde{N}_A, \tilde{N}_B, \tilde{N}_{A,B}$ nombre de travailleurs formés aux tâches A, B et (A et B), γ : fraction de $\tilde{N}_{A,B}$ sur A « Multiple task » : rotation sur plusieurs tâches. N_1 et N_2 : nombre de travailleurs de type 1 et 2 e_{ij} : productivité de i dans la tâche j τ_{ij} : temps passé par i dans la tâche j si différent de 1, *Carmichael et Mac Leod (1993)* *Lindbeck et Snower (1993)*	Absorption de chocs technologiques asymétriques ($dv_A>0$) différenciée en fonction des choix de « multiskilling » car interdépendances stratégiques liées aux possibilités de redéployer la main d'œuvre sur les tâches suite au choc	Dans l'espace des tâches : $\mathbf{Y=F(n_A N_A, N_B)}$ Dans l'espace des compétences : $\mathbf{Y = F(n_A(\tilde{N}_A + g\tilde{N}_{A,B}),\ \tilde{N}_B + (1-g)\tilde{N}_{A,B})}$
	Interdépendances horizontales car effet d'apprentissage quand « single task » : $e_{ij}=e_{ij}(\tau_{ij})$ et $\partial e_{ij}/\partial\tau_{ij}>0$ versus complémentarité informationnelle des tâches quand « multiple task » : $\partial e_{ij}/\partial(1-\tau_{ij})>0$ du fait de la contrainte de temps $\tau_{ij}+(1-\tau_{ij})=0$	Dans l'espace des tâches : $\mathbf{Y=F(N_A,N_B)}$ $\mathbf{=F[e_{1A}t_{1A}N_1+e_{2A}(1-t_{2B})N_2, e_{1B}(1-t_{1A})N_1+e_{2B}t_{2B}N_2]}$ Dans l'espace des catégories de main d'oeuvre : $\mathbf{Y=G(N_1,N_2)}$ $\mathbf{=G[(e_{1A}t_{1A}+e_{1B}(1-t_{1A}))N_1, (e_{2A}(1-t_{2B})+e_{2B}t_{2B})N_2]}$
n tâches confiées chacune à un travailleur q_i= compétence du travailleur i ou probabilité d'erreur réduisant sa contribution productive Une technologie de ce type peut résulter de choix organisationnels concernant la qualité, la tension des flux ou la supervision *Kremer (1993), Kremer et Maskin (1996)*	La tension des flux ou les objectifs de qualité génèrent des interdépendances horizontales sources d'effet multiplicatifs : les délais ou les erreurs générés par les uns se répercutent sur le travail des autres. La suppression des niveaux hiérarchiques peut aussi jouer car l'encadrement ne « lisse » plus les services des facteurs humains.	$\mathbf{Y = (\prod_{i=1}^{n} q_i)nB}$ **ou** $\mathbf{Y = qq'^{e},\ e > 1}$
Division verticale du travail		
Deux tâches : la conception et l'exécution., n travailleurs m : savoir généré par la conception e : travail direct généré par l'exécution Choix de S=c ou S=d c : conception et exécution ne sont pas faites par les mêmes travailleurs d : chacun participe aux deux tâches *Greenan et Guellec (1994), Caroli, Greenan et Guellec (1997)*	Dans c le savoir est standardisé alors que dans d, il est composé d'informations locales faiblement codifiées. Son coût de production et de communication dépend donc de la forme organisationnelle ($\mathbf{C^S}$)	$\mathbf{Y^S=m^a(n-C^S(m))}$ $\mathbf{=b_S n^{aS}}$ **avec** $\mathbf{b_c<b_d,\ 1<a_d<a_c}$
	Deux types de main d'œuvre : qualifiée (i=q),et non qualifiée (i=u). Dans d, la main d'œuvre est autonome et consacre une fraction μ de son temps à la conception, dans c, la main d'œuvre non qualifiée exécute et dépend des consignes données par la main d'œuvre qualifiée, spécialisée dans la conception	$\mathbf{Y^c = Am_c^a e_c^{1-a}}$, $\mathbf{m_c = d^q n_c^q, e_c = g^u n_c^u}$ $\mathbf{Y^d = \sum_i Am_d^{i\,a} e_d^{i\,1-a}}$, $\mathbf{m_d^i = m^i d^i, e_d^i = (1-m^i)g^i}$
Organisation hiérarchique facteurs : machines (k), travail direct (q_0), travail indirect des H niveaux hiérarchiques. *Beckmann (1977)*	Interdépendances verticales : effet multiplicatif de l'activité de supervision et d'encadrement Voir Y_H dans le tableau 7.1 (3e ligne) si f_h est de type Cobb-Douglas	$\mathbf{y_h = b(h)q_h^a y_{h+1}^b}$ $\mathbf{Y_H = b_H k^g \prod_{h=0}^{H-1} q_h^{a db^h}}$ $\mathbf{b_H = b_k \prod_{h=0}^{H} b(h)^{db^h}}$

Graphique 7.1 : Production agrégée dans le modèle avec main d'œuvre hétérogène

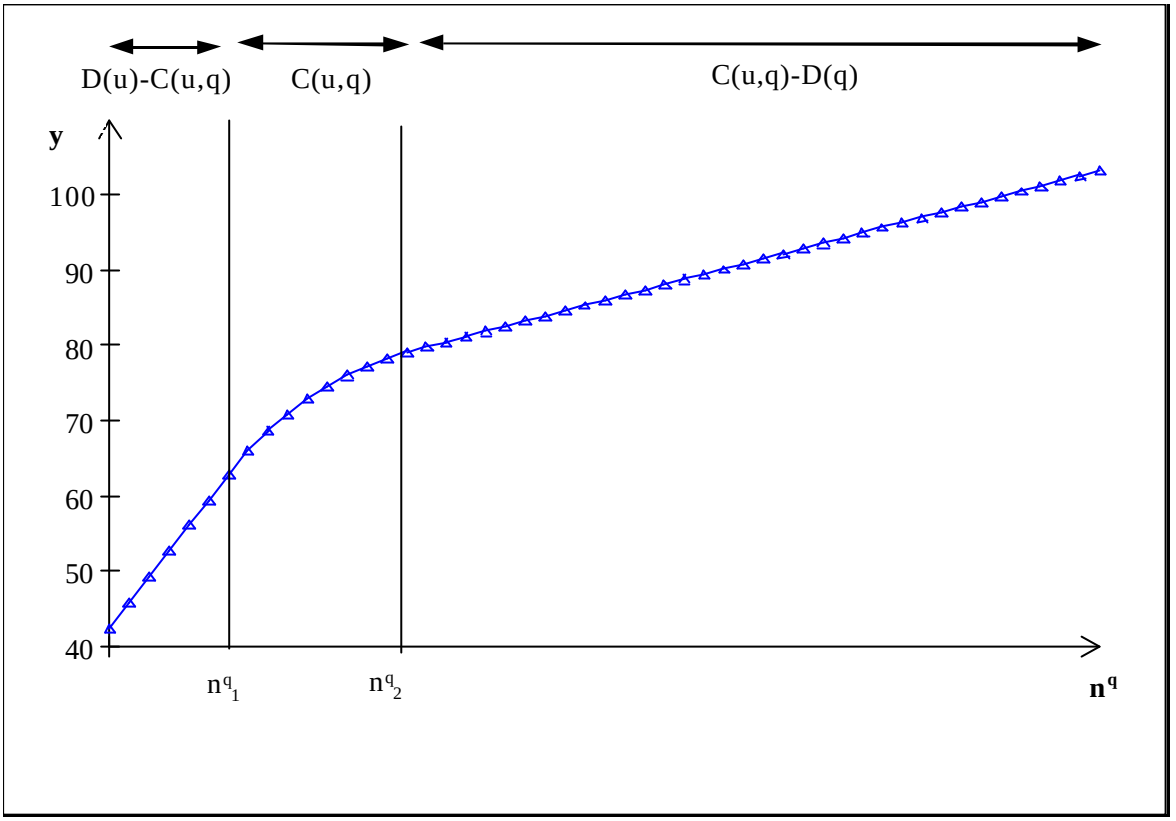


Tableau 7.3 : Effets sur la performance : synthèse des mécanismes

Théorie Choix organisationnel	Mécanisme	Effet du changement organisationnel sur la dynamique productive
FORMALISATION DU SYSTEME D'INFORMATION		
Théorie des équipes		
Structure d'information et communication	Coûts stochastiques moindres	L'entreprise se rapproche de la frontière de son ensemble de production
Théories du traitement de l'information		
Sah et Stiglitz mode de traitement de l'information	Sélection de meilleurs projets	En fonction du projet, passage d'un ensemble de production à un autre
Beckmann structure hiérachique	Plus grande efficacité productive suite à un choc effets multiplicatifs associés au travail des responsables hiérarchiques	Passage d'un ensemble de production à un autre
Calvo et Wellicz structure hiérarchique	Moins de « triche » chez les salariés	L'entreprise se rapproche de la frontière de son ensemble de production
Keren et Levhari structure hiérarchique	Décisions avec des délais moindres et/ou moins d'erreurs	
FORMALISATION DU SYSTEME D'INFORMATION		
L'organisation comme facteur de production		
Savoir sur les facteurs	Meilleure allocation des ressources internes à l'entreprise	L'entreprise se rapproche de la frontière de son ensemble de production Le gain de productivité mesure le « capital organisationnel »
L'organisation façonneuse de complémentarités		
Carmichael et Mac Leod « pluricompétence »	Meilleure absorption de chocs asymétriques comme les innovations de procédés	Définition des facteurs de production affectés Passage d'un ensemble de production à un autre
Lindbeck et Snower polyvalence	Plus grande efficacité productive suite à un choc	
Kremer et Maskin Interdépendances horizontales	Recherche de nouvelles formes de performance (qualité, délai), recherche d'économies de ressources	Passage d'un ensemble de production à un autre
Greenan et Guellec autonomie et standardisation du savoir	Plus grande efficacité productive Economies d'échelle moindres	Micro : Passage d'un ensemble de production à un autre Macro : croissance plus forte du nombre de biens mais ralentissement de la productivité
Caroli, Greenan et Guellec autonomie	Plus grande efficacité productive Effets multiplicatifs moindres	Micro : Passage d'un ensemble de production à un autre Macro : croissance de la production ralentie le long du sentier organisationnel
Théorie des complémentarités productives Adoption de configurations organisationnelles	Efficacité productive d'autant plus grande que certaines pratiques organisationnelles sont adoptées de concert meilleure capacité d'absorption des innovations	La fonction de gain de l'entreprise intègre les choix organisationnels modélisés comme discrets ou continus selon les auteurs

Tableau 7.4 : Fonction de production et organisation du travail

Variables		Estimation sans organisation		Estimation avec organisation	
		Coefficient	Student	Coefficient	Student
Constante		4,36	34,46	4,32	33,11
a_1	**K***	0,15	6,73	0,16	7,13
a_2	**COM.K***			-0,20	-3,97
b	**AGC**	-0,14	-2,81	-0,13	-2,72
c_1	**L***	0,86	28,62	0,85	28,62
c_2	**COM.L***			0,23	3,18
d_1	**CTEC**	1,42	3,03	1,29	2,82
d_2	**CADM**	0,23	0,53	0,43	0,89
d_3	**OQ**	0,19	1,49	0,18	1,35
d_4	**EMP**	1,72	2,64	1,91	2,75
e_0	**COM**			0,31	1,20
e_1	**COM.AGC**			0,03	1,45
f_1	**$Ln(K)^2$**	0,02	2,93	0,03	3,75
f_2	**$Ln(L)^2$**	0,03	1,28	0,02	1,13
f_3	**Ln(K).Ln(L)**	-0,04	-2,09	-0,05	-2,33
Ecart type résiduel		0,3920		0,3879	

Source : TOTTO 1987, BIC 1986 et 1987, ESE1987
Echantillon : 675 entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Les régressions comprennent des indicatrices sectorielles (nomenclature en 40 secteurs).

Tableau 7.5 : Evolution du ratio de stocks produits et intensité de la communication

	Constante	COM	R^2
Evolution du ratio de Stocks-produits	103,43 (12,02)	-19,19 (-2,18)	0,05

Source : TOTTO 1987, BIC 1984 et 1987
Echantillon : 675 entreprises industrielles de plus de 50 salariés
Les chiffres entre parenthèses sont les T de Student. La régression comprends des indicatrices sectorielles (nomenclature en 40 secteurs).

Tableau 7.6 : Une partition des entreprises selon les changements technologiques et organisationnels

	TECH1 : Présence de robots ou de MOCN, 2 à 4 SAO		TECH2 : Présence de robots ou de MOCN, 0 ou 1 SAO		TECH3 : Pas de robot ni de MOCN, 2 à 4 SAO		TECH4 : Pas de robot ni de MOCN, 0 ou 1 SAO	
	ET	ER	ET	ER	ET	ER	ET	ER
ORGA1 : Vers le modèle de l'entreprise flexible	279 50 46	160 56 51	65 12 25	34 12 29	144 26 30	62 22 31	66 12 13	28 10 14
ORGA2 : Mouvement de technicisation	93 36 15	41 37 13	32 12 13	13 12 11	85 34 18	37 33 19	48 18 10	20 18 11
ORGA3 : Changements de compétences seuls	132 33 22	71 40 22	67 17 26	32 18 27	101 26 21	38 21 19	96 24 20	38 21 20
ORGA4 : Organisation et compétences inchangées	99 16 17	45 18 14	92 15 36	38 15 33	150 24 31	60 24 31	275 45 57	105 43 55

Source : Enquête « changement organisationnel », SESSI
Champ : Entreprises industrielles de plus de 50 salariés.
La première ligne donne le nombre d'entreprises dans chaque catégorie, la seconde ligne, les pourcentages en ligne et la troisième ligne, les pourcentages en colonne. MOCN signifie machine outil à commande numérique, et SAO signifie système de production assisté par ordinateur. Dans la colonne ET, les calculs sont réalisés sur l'échantillon total d'entreprises (1824), alors que dans la colonne ER, ils sont réalisés sur l'échantillon réduit suite aux appariements et qui regroupe 822 entreprises.

Tableau 7.7 : Différences moyennes de productivité, d'intensité capitalistique et de salaire par tête selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels

	Intensité capitalistique		Salaire par tête		Productivité apparente du travail (PAT)		Productivité totale des facteurs 1 (PTF1)		Productivité totale des facteurs 2 (PTF2)	
	A	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
ORGA1	**0,33 (0,08)**	**0,17 (0,08)**	**0,05 (0,02)**	-0,02 (0,02)	**0,07 (0,03)**	-0,01 (0,03)	-0,00 (0,02)	**-0,04 (0,02)**	-0,01 (0,02)	-0,01 (0,02)
ORGA2	0,02 (0,10)	0,06 (0,09)	-0,04 (0,03)	-0,02 (0,02)	-0,04 (0,04)	-0,01 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,03 (0,03)	-0,00 (0,02)	-0,00 (0,02)
ORGA3	**0,22 (0,09)**	**0,18 (0,08)**	0,03 (0,02)	0,02 (0,02)	0,04 (0,03)	0,03 (0,03)	-0,00 (0,03)	-0,00 (0,02)	-0,01 (0,02)	-0,01 (0,02)
ORGA4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
TECH1	**0,19 (0,07)**	0,09 (0,08)	0,03 (0,02)	-0,02 (0,02)	**0,05 (0,03)**	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,00 (0,02)	0,02 (0,02)
TECH2	0,06 (0,10)	0,07 (0,10)	-0,02 (0,03)	-0,02 (0,02)	-0,02 (0,04)	0,00 (0,03)	-0,03 (0,03)	-0,01 (0,03)	-0,01 (0,02)	0,00 (0,02)
TECH3	**0,15 (0,09)**	0,11 (0,08)	**0,06 (0,02)**	0,02 (0,02)	**0,05 (0,03)**	0,02 (0,03)	0,02 (0,03)	0,00 (0,03)	-0,02 (0,02)	-0,02 (0,02)
TECH4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
R2	0,04	0,23	0,03	0,37	0,03	0,34	0,38	0,51	0,22	0,27

Source : Enquête « changement organisationnel », BIC 1988-1992

Echantillon : 822 entreprises industrielles de plus de 50 salariés

On explique les différents ratios par les indicatrices de technologie et de changement organisationnel (A), par ces mêmes indicatrices et des indicatrices de taille (4 tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B). Les chiffres entre parenthèses sont les erreurs standards. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10%.

Tableau 7.8 : Différences moyennes des taux de croissance de l'emploi, de la production et de la productivité selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels

	Taux de croissance de l'emploi		Taux de croissance de la production		Taux de croissance de la PAT		Taux de croissance de la PTF1		Taux de croissance de la PTF2	
	A	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
ORGA1	-0,02 (0,02)	-0,01 (0,02)	-0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,00 (0,02)	0,00 (0,03)	0,00 (0,02)	0,01 (0,02)	-0,01 (0,02)	0,00 (0,02)
ORGA2	**0,06 (0,03)**	**0,06 (0,03)**	-0,03 (0,04)	-0,03 (0,04)	**-0,08 (0,03)**	**-0,09 (0,03)**	**-0,08 (0,03)**	**-0,09 (0,04)**	**-0,05 (0,02)**	**-0,05 (0,02)**
ORGA3	-0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,00 (0,02)	0,00 (0,02)
ORGA4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
TECH1	**0,05 (0,03)**	**0,06 (0,03)**	**0,07 (0,03)**	**0,09 (0,04)**	0,02 (0,02)	0,03 (0,03)	0,02 (0,02)	0,03 (0,03)	0,02 (0,02)	0,03 (0,02)
TECH2	**0,06 (0,03)**	**0,06 (0,03)**	0,05 (0,04)	**0,07 (0,04)**	-0,01 (0,03)	0,00 (0,03)	-0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	-0,01 (0,03)	-0,00 (0,03)
TECH3	**0,06 (0,03)**	**0,07 (0,03)**	**0,07 (0,03)**	**0,08 (0,04)**	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)	0,02 (0,03)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)
TECH4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
R2	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,06	0,04	0,08	0,02	0,05

Source : Enquête « changement organisationnel », BIC 1988-1992
Echantillon : 822 entreprises industrielles de plus de 50 salariés
On explique les taux de croissance des différents indicateurs par les indicatrices de technologie et de changement organisationnel (A), par ces mêmes indicatrices et des indicatrices de taille (4 tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B). Les chiffres entre parenthèses sont les erreurs standards. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10%. Dans les deux dernières colonnes, le taux de croissance de l'intensité capitalistique est pris en compte et dans la dernière colonne, on opère aussi un ajustement en fonction de l'évolution de la qualité de la main d'œuvre.

Graphique 7.2 : Structure des qualifications selon le régime organisationnel

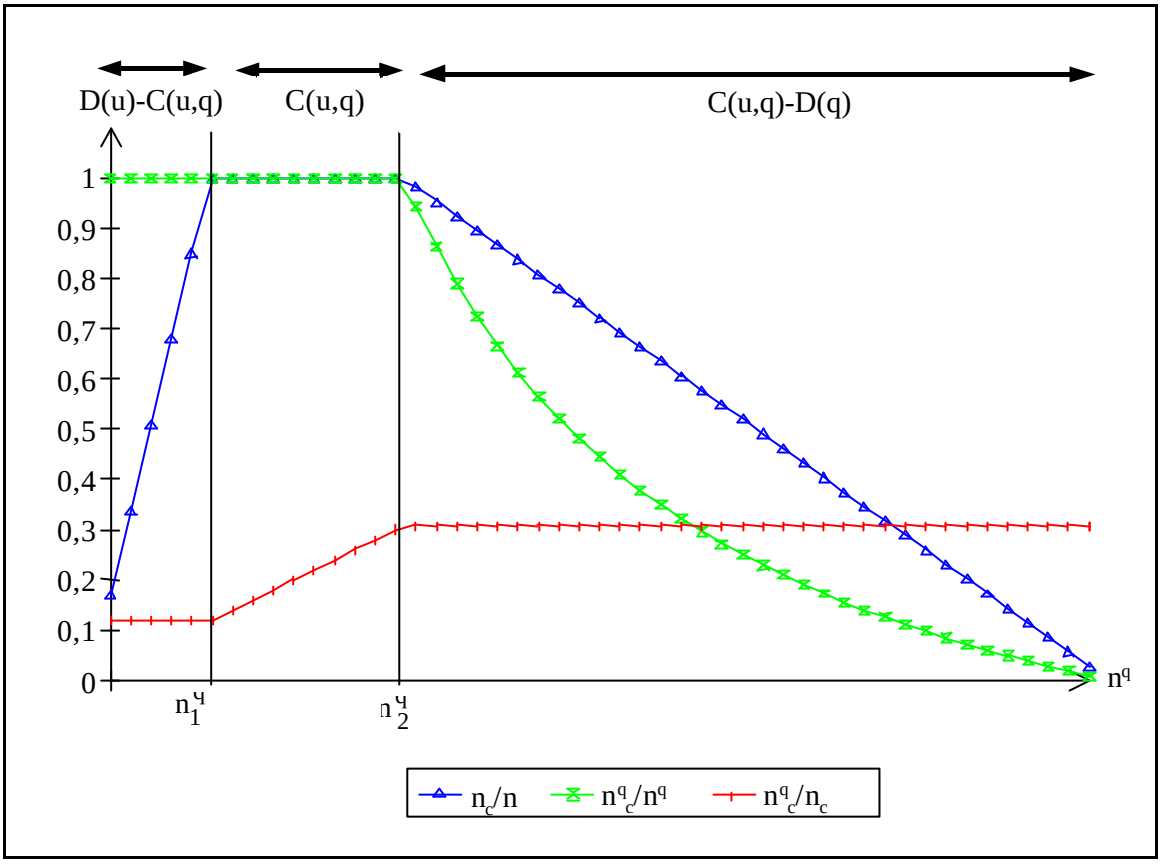


Tableau 7.9 : Synthèse des effets sur les inégalités d'emploi et de salaire

Modèle et Choix organisationnel	Facteurs* de chgt. orga.	Type de compétences Main d'œuvre concernée	Effets sur les inégalités d'emploi et de salaire
FORMALISATION DU SYSTEME D'INFORMATION			
Théorie des équipes			
Aoki (1986, 1990a) structure d'information et communication	I, Te, C	Propension à l'erreur Firme H : responsables hiérarchiques Firme J : atelier	aucun
Thesmar et Thoenig (1999) décentralisation de la décision	I, Te, C	3 secteurs : R&D : qualifiés biens intermédiaire : mixte bien final : non qualifié qualification ≅ éducation	Inégalités salariales
Théories du traitement de l'information			
Sah et Stiglitz (1988) règles de sélection de projets	I, Te, C, Ta	Propension à l'erreur main d'œuvre indirecte	aucun
Geanakoplos et Milgrom (1991) étendue du contrôle (s)	I, C	Propension à l'erreur Main d'œuvre indirecte (Q)	$\uparrow C \Rightarrow \uparrow s \Rightarrow \downarrow Q/(Q+q_0)$ $\uparrow I \Rightarrow \downarrow s \Rightarrow \uparrow Q/(Q+q_0)$
Keren et Levhari (1983, 1989) étendue du contrôle (s)	I, Ta	Pas de compétence formalisée	$\uparrow I \Rightarrow \uparrow s \Rightarrow \downarrow Q/(Q+q_0)$ $\uparrow Ta \Rightarrow \downarrow s \Rightarrow \uparrow Q/(Q+q_0)$
FORMALISATION DU SYSTEME DE PRODUCTION			
L'organisation comme facteur de production			
Prescott et Vissher (1980) tâche filtre	I, C	Dextérité tous les travailleurs	aucun
Meyer (1994) organisation par projets	I, C	Aptitudes innées tous les travailleurs	aucun
L'organisation façonneuse de complémentarités			
Calvo et Wellicz (1979) système de « monitoring »	Te, C	Aptitudes innées distribuées selon une loi normale tous les travailleurs	Asymétrie à droite de la distribution des salaires
Rosen (1982) système d'encadrement	C, Ta		
Kremer (1993) interdépendances horizontales	Te, C	Propension à l'erreur toute la main d'œuvre	Asymétrie à droite de la distribution des salaires
Kremer et Maskin (1996) interdépendances horizontales	Te, C	Propension à l'erreur= qualification ≅ éducation toute la main d'œuvre	Inégalités salariales Ségrégation
Milgrom et Roberts (1988, 1990) Athey et Schmutzler (1994) nouveau modèle industriel	I, Te, C	Formation professionnelle ⇒ palette de compétences plus large toute la main d'œuvre	Structure de la main d'œuvre
Carmichael et MacLeod (1993) pluri-compétence	Te, C		Main d'œuvre pluri-compétente plus stable
Lindbeck et Snower (1996) polyvalence	Te, C	Aptitude à réaliser une ou plusieurs tâches = qualification ≅ éducation toute la main d'œuvre	Inégalités salariales et exclusion de la main d'œuvre non polyvalente
Crifo-Tillet et Villeval (1998) polyvalence	C		Inégalités salariales
Caroli, Greenan et Guellec (1997) autonomie	C	Aptitude à concevoir le travail = qualification ≅ éducation toute la main d'œuvre	Arrêt de la réduction de l'éventail des salaires Ségrégation

* : I : incertitude, Te : technologie, C : compétences, Ta : taille

Tableau 7.10 : Caractéristiques générales des entreprises

	Type de firmes				
	Structure simple	**Type moyen**	**Fordisme amendé**	**Adhocratie**	**Ensemble**
Coût salarial médian	137 500 F	149 500 F	162 500 F	165 000 F	151 000 F
Part des ouvriers non qualifiés (1)	51%	35%	39%	19%	34%
Part des femmes ouvrières (1)	40%	24%	20%	13%	26%
Nombre d'agents de maîtrise pour 100 ouvriers	6	7	8	9	8
Part des emplois tertiaires (2)	12%	14%	15%	15%	14%
Part des ingénieurs et cadres techniques (3)	50%	50%	50%	57%	50%

Source : TOTTO 1987, BIC 1987, ESE 1987
Echantillon : 675 entreprises industrielles de plus de 50 salariés.
(1) rapporté au total des ouvriers, (2) rapporté aux total des cadres, (3) rapporté à l'emploi total.

Tableau 7.11 : Différences dans la structure des qualifications selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels

	Part de cadres		Part de professions intermédiaires		Part d'employés		Part d'ouvriers qualifiés		Part d'ouvriers non qualifiés	
	A	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
ORGA1	0,11 (0,60)	**-0,90 (0,55)**	**2,24 (0,84)**	0,43 (0,75)	0,61 (0,49)	0,15 (0,47)	**-2,73 (1,69)**	-2,15 (1,65)	-0,22 (1,87)	2,47 (2,01)
ORGA2	-0,33 (0,75)	-0,26 (0,67)	-1,60 (1,04)	-0,47 (0,92)	0,39 (0,61)	0,37 (0,58)	-0,30 (2,11)	-1,70 (2,02)	1,84 (2,33)	2,05 (2,22)
ORGA3	0,30 (0,64)	0,23 (0,58)	-0,06 (0,90)	0,11 (0,79)	0,61 (0,53)	0,56 (0,50)	**-3,50 (1,81)**	**-3,99 (1,73)**	2,65 (2,01)	**3,09 (1,90)**
ORGA4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
TECH1	0,67 (0,63)	-0,13 (0,61)	1,34 (0,88)	-1,22 (0,84)	-0,34 (0,52)	-0,55 (0,53)	-1,09 (1,78)	0,31 (1,83)	-0,57 (1,97)	1,59 (2,01)
TECH2	-0,95 (0,76)	-0,51 (0,70)	-1,28 (1,06)	**-1,82 (0,95)**	**-1,20 (0,63)**	-0,73 (0,60)	-2,14 (2,15)	-2,60 (2,09)	**5,57 (2,38)**	**5,66 (2,30)**
TECH3	**1,84 (0,66)**	0,89 (0,70)	**2,34 (1,06)**	1,28 (0,84)	**1,09 (0,55)**	0,62 (0,53)	1,44 (1,87)	2,21 (1,83)	**-6,71 (2,08)**	**-5,01 (2,01)**
TECH4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
R2	0,02	0,24	0,04	0,28	0,02	0,18	0,01	0,13	0,04	0,17

Source : Enquête « changement organisationnel », BIC 1988-1992

Echantillon : 822 entreprises industrielles de plus de 50 salariés

On explique les différents ratios par les indicatrices de technologie et de changement organisationnel (A), par ces mêmes indicatrices et des indicatrices de taille (4 tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B). Les chiffres entre parenthèses sont les erreurs standards. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10%.

Tableau 7.12 : Différences dans l'évolution de la structure des qualifications selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels

	Taux de croissance de la part de cadres		Taux de croissance de la part de professions intermédiaires		Taux de croissance de la part d'employés		Taux de croissance de la part d'ouvriers qualifiés		Taux de croissance de la part d'ouvriers non qualifiés	
	A	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
ORGA1	**0,10 (0,03)**	**0,09 (0,04)**	0,05 (0,03)	0,04 (0,03)	**-0,10 (0,03)**	**-0,08 (0,03)**	-0,05 (0,04)	-0,05 (0,04)	0,02 (0,07)	0,11 (0,07)
ORGA2	-0,01 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,01 (0,04)	-0,06 (0,05)	-0,06 (0,05)	0,08 (0,09)	0,05 (0,09)
ORGA3	**0,11 (0,04)**	**0,10 (0,04)**	0,02 (0,04)	0,02 (0,04)	**-0,06 (0,03)**	**-0,06 (0,03)**	**-0,08 (0,04)**	**-0,08 (0,04)**	0,01 (0,07)	0,03 (0,07)
ORGA4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
TECH1	0,02 (0,04)	-0,00 (0,04)	0,02 (0,04)	-0,00 (0,04)	0,01 (0,03)	**0,06 (0,04)**	0,02 (0,04)	0,03 (0,04)	-0,08 (0,07)	0,03 (0,08)
TECH2	-0,00 (0,04)	-0,01 (0,04)	0,02 (0,04)	0,01 (0,04)	-0,06 (0,04)	-0,04 (0,04)	0,03 (0,05)	0,04 (0,05)	-0,06 (0,09)	-0,02 (0,09)
TECH3	-0,02 (0,04)	-0,03 (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,02 (0,04)	0,01 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,00 (0,04)	-0,10 (0,08)	-0,05 (0,08)
TECH4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
R2	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,06	0,01	0,02	0,00	0,04

Source : Enquête « changement organisationnel », BIC 1988-1992
Echantillon : 822 entreprises industrielles de plus de 50 salariés
On explique le taux de croissance des différents ratios par les indicatrices de technologie et de changement organisationnel (A), par ces mêmes indicatrices et des indicatrices de taille (4 tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B). Les chiffres entre parenthèses sont les erreurs standards. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10%.

Tableau 7.13 : Différences dans le flux de main d'œuvre de l'entreprise selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels

	Flux total de main d'œuvre		Taux de création de postes		Taux de destruction de postes	
	A	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
ORGA1	1,24 (0,93)	**2,04 (0,95)**	0,25 (0,47)	0,76 (0,48)	0,98 (0,64)	**1,28 (0,66)**
ORGA2	0,87 (1,17)	0,84 (1,17)	0,92 (0,59)	0,80 (0,58)	-0,05 (0,80)	0,04 (0,81)
ORGA3	-0,81 (1,00)	-0,43 (1,00)	-0,57 (0,51)	-0,34 (0,50)	-0,24 (0,69)	-0,10 (0,69)
ORGA4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
TECH1	**-3,31 (0,81)**	**-1,85 (1,06)**	**-1,07 (0,50)**	-0,03 (0,53)	**-2,24 (0,68)**	**-1,82 (0,73)**
TECH2	**-2,17 (1,19)**	-1,24 (1,21)	-0,17 (0,60)	0,38 (0,60)	**-2,01 (0,82)**	**-1,62 (0,83)**
TECH3	**-1,86 (1,04)**	-1,11 (1,06)	-0,35 (0,52)	0,20 (0,53)	**-1,51 (0,71)**	**-1,31 (0,73)**
TECH4	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**	**Réf.**
R2	0,02	0,06	0,01	0,08	0,02	0,05

Source : Enquête « changement organisationnel », BIC 1988-1992
Echantillon : 822 entreprises industrielles de plus de 50 salariés
tranches de taille) et de secteurs (13 secteurs) (B). Les chiffres entre parenthèses sont les erreurs standards. Les coefficients en gras sont significatifs au seuil de 10%.

ANNEXE III.1 : L'ECHANTILLON APPARIE DE L'ENQUETE TOTTO[163]

Notre usage de l'enquête TOTTO est innovant car nous utilisons l'information délivrée par les salariés pour construire une information sur l'entreprise. Cette démarche est rendue possible par la présence du numéro d'identification d'entreprise SIREN dans le fichier de l'enquête. Ainsi, on peut associer à chaque salarié répondant de TOTTO les caractéristiques de l'entreprise à laquelle il est affilié. Ce n'est pas le salarié qui fournit le numéro SIREN de son entreprise à l'enquêteur, il fournit la raison sociale et d'adresse de l'établissement dans lequel il travaille et c'est à partir de cette information qu'une recherche du numéro SIREN est effectuée dans la chaîne de traitement de l'enquête emploi.

L'organisation des postes de travail est très sensible à la nature de l'emploi occupé par le salarié. Nous avons donc décidé de centrer nos mesures de l'organisation sur l'atelier et de ne considérer que les réponses des ouvriers d'atelier travaillant dans des entreprises de plus de 50 salariés de l'industrie manufacturière. Le recours à un échantillon de salariés homogènes au point de vue de la profession exercée doit permettre de mettre en évidence, non pas les caractéristiques individuelles du salarié, mais les caractéristiques propres à l'organisation du travail

---

[163] Pour tous les travaux d'appariement, d'exploration et de construction de variables autour de l'enquête TOTTO, nous avons bénéficié du travail d'assistance de recherche de Guy Broussaudier grâce à un financement du Commissariat Général du Plan dans le cadre de la Commission « Compétitivité Française » participant à la préparation du XIeme Plan présidé par Jean Gandois. Luis Miotti a aussi participé à ce travail d'étude pour le Commissariat Général du Plan, mais autour de l'exploitation d'une autre source, l'enquête innovation du SESSI, dont nous ne présentons pas les résultats ici. L'étude pour le Commissariat Général du Plan a donné lieu à un rapport et à un document de travail de la Direction des Etudes et Synthèses Economiques de l'INSEE : « Innovations organisationnelles, dynamisme technologique et performance des entreprises », Nathalie Greenan, Dominique Guellec, Guy Broussaudier et Luis Miotti, N°G9304, avril 1993. La commission « Compétitivité

au sein de l'entreprise. Cette méthode entraîne un risque de généralisation hâtive à l'ensemble de l'entreprise de conditions particulières au poste de l'individu interrogé et ceci d'autant plus que pour la moitié des entreprises environ, un seul salarié a été interrogé. L'annexe III.3 propose une analyse méthodologique de cette question.

Les autres sources statistiques pour les année 1986 et 1987

Grâce à l'identifiant d'entreprise présent dans la base de l'enquête TOTTO 1987, celle-ci a pu être appariée à deux autres sources : le fichier des déclarations des bénéfices industriels et commerciaux (BIC) et l'enquête sur la structure des emplois (ESE). Une information sur les années 1986 et 1987 a été recherchée dans les fichiers, ce qui a conduit à écarter les entreprises présentes une seule année.

Chaque année, les entreprises sont tenues de compléter un formulaire fiscal. Les entreprises soumises au régime des Bénéfices Industriels et Commerciaux (BIC) fournissent une comptabilité détaillée équivalente à un compte de résultat et à un bilan. Les fichiers utilisés proviennent de SUSE (« système unifié de statistiques d'entreprises » produit par l'INSEE) qui combine les informations issues des enquêtes annuelles d'entreprise (EAE) et celles issues des déclarations fiscales.

La déclaration annuelle d'emploi des travailleurs handicapés et de mutilés de guerre et assimilés, obligatoire au sein des établissements fournit le corps des informations de l'enquête sur la structure des emplois (ESE), traitée par l'INSEE. Cette source contient des informations sur la répartition des effectifs salariés suivant la nature des emplois occupés. Recueillie au niveau des établissements, l'information a été agrégée au niveau de l'entreprise pour les besoins de l'étude.

Française » a produit un rapport : *France : le choix de la performance globale*, La documentation Française, décembre 1992.

La division des études économiques[164] à laquelle nous étions rattachée à l'époque où cette étude s'est déroulée gère un échantillon d'entreprises qu'elle alimente à partir de données produites dans les différentes directions de l'INSEE. Ainsi, les fichiers de SUSE sont produits par la Direction des Statistiques d'Entreprise alors que ceux de l'ESE (qui a été supprimée en 1998) sont produits par la Direction des Statistiques Démographiques et Sociales.

Le travail de rassemblement des données et de mise en forme de fichiers intermédiaires pour alimenter l'échantillon du Département des Etudes Economique d'Ensemble a considérablement facilité notre travail d'appariement. La mise au point de ce système de gestion de bases de données d'entreprises et la conception de l'échantillon ont été réalisées par Patrick Corbel qui nous a apporté son aide et ses connaissances sur les bases de données.

Les données BIC nous ont fournies l'effectif de l'entreprise, le total de ses immobilisations, sa valeur ajoutée, ses investissements et amortissements ainsi que des indicatrices sectorielles. Les données ESE ont permis de disposer de la ventilation des effectifs de l'entreprise en cinq catégories : les cadres et professions intermédiaires techniques, les cadres et professions intermédiaires administratifs et commerciaux, les ouvriers qualifiés et agents de maîtrise, les employés, les ouvriers qualifiés et les ouvriers non qualifiés.

Les échantillons

---

[164] Cette division s'intitule aujourd'hui « Marchés et Stratégies d'Entreprise ». Elle fait partie du Département des Etudes Economiques d'Ensemble, lui-même rattaché à la Direction des Etudes et Synthèses Economiques de l'INSEE.

La sélection des ouvriers répondants à TOTTO, la focalisation sur les entreprises manufacturières de plus de 50 salariés et l'appariement avec les différentes sources pour 1987 conduit à un échantillon de 1470 salariés affiliés à 776 entreprises dont la structure par classes de taille et secteurs est donnée dans le tableau AIII.1.1.

Nous avons vérifié que l'échantillon présentait une répartition équilibrée des ouvriers selon les différents secteurs d'activités, qui découle de la méthode de sondage. Il n'en est pas de même pour la représentativité de l'échantillon d'entreprises qui résulte de l'échantillon de salariés. En effet, les entreprises de grande taille sont sélectionnées en priorité : ainsi s'explique la sous-représentation du secteur des biens de consommation, secteur peu concentré, au profit du secteur des biens d'équipement. L'échantillon représente 41% de la valeur ajoutée produite dans l'industrie manufacturière par les entreprises de plus de 50 salariés. La plupart des grandes entreprises sont représentées par plusieurs ouvriers.

Les tableaux et graphiques présentés dans le chapitre I s'appuient sur cet échantillon. Les résultats du chapitre VI dérivent d'un échantillon restreint de 1028 ouvriers rattachés à 633 entreprises, tandis que ceux du chapitre VII font référence à un échantillon de 675 entreprises. Selon l'exercice statistique pratiqué, notre échantillon de base a en effet été nettoyé, conduisant à des pertes d'entreprises et de salariés. Ainsi, l'échantillon utilisé dans le chapitre VI a été nettoyé sur des données fines de l'ESE dans le but de construire des statistiques sur le lien entre la taille et les services fonctionnels de l'entreprise qui ne sont pas présentées ici (Greenan, 1994). Un autre nettoyage a été utilisé pour la fonction de production, puisque nous avons utilisé des données sur les années 1986 et 1987. Nous avons centré chacune des variables sur la moyenne de son secteur et éliminé les centiles extrêmes.

Tableau AIII.1.1 : Structure de l'échantillon de 776 entreprises

	Nombre d' entreprises dans l'échantillon	Pourcentage d' entreprises*	Pourcentage de la valeur ajoutée*
Secteurs des biens intermédiaires			
De 50 à 199 salariés	97	4%	5%
De 200 à 499 salariés	64	12%	12%
Plus de 500 salariés	92	33%	53%
Ensemble	253	8%	37%
Secteurs des biens d' équipement			
De 50 à 199 salariés	81	4%	4%
De 200 à 499 salariés	66	14%	16%
Plus de 500 salariés	112	32%	70%
Ensemble	259	9%	57%
Secteurs des biens de consommation			
De 50 à 199 salariés	142	5%	5%
De 200 à 499 salariés	62	10%	9%
Plus de 500 salariés	60	24%	28%
Ensemble	264	7%	16%

* Ces pourcentages ont été calculés en rapportant les résultats correspondant aux strates de l' échantillon à ceux provenant des strates de l' exhaustif BIC.

ANNEXE III.2 : POURQUOI UN SEUL SALARIE SUFFIT ?

Notre mobilisation de l'enquête TOTTO de 1987 est particulière puisque nous utilisons l'information fournie par les ouvriers pour caractériser l'organisation du travail au sein des ateliers de notre échantillon d'entreprises. Cette annexe est consacrée à l'exploration des implications méthodologiques de cette démarche.

Nous allons tout d'abord explorer l'impact de l'appartenance à une entreprise sur les réponses des ouvriers. Nous qu'il est tout a fait significatif et qu'il est plus fort que l'impact lié aux caractéristiques individuelles les plus souvent considérées.

Puis nous analysons cette question sous un angle statistique. En toute rigueur, pour construire une variable d'entreprise sur l'intensité de la participation ouvrière à la prise de décision par exemple, il faudrait interroger tous les ouvriers de l'entreprise en leur demandant si oui ou non ils interviennent autour des décisions opérationnelles. Cette information permettrait de calculer un taux de participation avec plus de précision que si la question «quel est le taux de participation de vos ouvriers aux décisions de l'entreprise ? » était posée au chef d'entreprise.

L'enquête TOTTO n'interroge pas exhaustivement tous les salariés de l'entreprise, mais un échantillon, sélectionné au hasard et de très petite taille. Alors que la réponse du chef d'entreprise risque d'être entachée d'un biais d'évaluation, notre taux de participation est donc entaché d'une erreur d'échantillonnage. Nous proposons une méthode pour contrôler cette erreur dans les estimations économétriques réalisées sur données d'entreprise et nous arrivons à la conclusion paradoxale qu'un échantillon de un salarié par entreprise suffit…pour autant que les données comportent un échantillon d'entreprises de taille suffisante avec plus de deux salariés interrogés. Cette méthode a été élaborée avec Jacques Mairesse. Nous ne l'avons pas simulée avec des variables d'organisation mais des variables sur

l'usage de l'informatique (Greenan et Mairesse, 1996) et sur la structure par sexe de la main d'œuvre de l'entreprise (Mairesse et Greenan, 1999)[165]. Elle a servi à concevoir le plan de sondage de l'enquête à deux volets sur les Changements Organisationnels et l'Informatisation (COI).

Variance intra-entreprise des variables d'organisation : quelques résultats

L'analyse des correspondances multiple nous fournit des résultats sur les postes de travail. Une décomposition de la variance des coordonnées des ouvriers sur les deux premiers axes factoriels a tout d'abord été menée (tableau AIII.1). Elle permet de déterminer la part de variance expliquée par le fait d'appartenir à une même entreprise dans les cas ou plusieurs ouvriers d'une même entreprise sont répondants. Cette décomposition montre un effet entreprise significatif expliquant entre 20% et 60% de la variance totale. Il apparaît plus fort pour les coordonnées sur le premier axe.

[Insérer tableau AIII.1]

Afin de faire la part de l'effet «entreprise » et des caractéristiques propres à l'individu, nous avons estimé plusieurs modèles LOGIT lorsque plus de 8 ouvriers étaient répondants. Cette situation concernait 315 ouvriers et 24 entreprises. Dans chacun de ces modèles, une question sur l' organisation (autonomie, horaires, communication horizontale etc.) est expliquée par des indicatrices d'appartenance à l'entreprise et par des variables discrètes caractérisant l'individu (qualification, âge,

---

[165] Il s'agit de deux documents de travail du NBER qui devraient être publiés prochainement dans un ouvrage édité par Paul David sur le paradoxe de la productivité (Greenan N. et Mairesse J. (1996) : « Computers and Productivity in France : some Evidence », *Working Paper* du NBER N°5836, November) et dans un ouvrage méthodologique sur les données appariées employeur / employé (Mairesse J. et Greenan N. (1999) : « Using Employee Level Data in a Firm Level Econometric Study », *Working Paper* du NBER N°7028, March.

ancienneté dans l'entreprise). Dans tous les cas où la convergence du modèle a été obtenue, l'introduction des indicatrices d'entreprise améliore sensiblement la qualité de la régression selon un test du rapport de vraisemblance. Par ailleurs, la valeur absolue de l'écart entre le coefficient le plus fort et le coefficient le plus faible de la dimension explicative «entreprise » est toujours plus élevée que celle calculée pour les autres dimensions explicatives liées à l'individu. Il semble donc que l'appartenance à une entreprise discrimine plus les réponses des ouvriers que les caractéristiques individuelles introduites dans les modèles.

Un seul salariés suffit : une méthode statistique pour contrôler les erreurs d'échantillonnage

Nous allons à présent analyser le problème statistique sous-jacent à ces quelques résultats descriptifs. Nous souhaitons montrer que même si un tout petit nombre de salariés seulement sont interrogés dans entreprise, leurs réponses peuvent être utilisées pour estimer des indicateurs de niveau entreprise dès lors qu'ils ont été sélectionnés au hasard.

Un modèle simple à erreur d'échantillonnage dans les variables

Considérons le modèle économétrique suivant spécifié au niveau de l'entreprise :

$$y_i = \alpha x_i^* + \varepsilon_i \qquad \text{[III.1]}$$

où l'indice i identifie l'entreprise dans un échantillon de N unités. La variable expliquée est y_i, la variable explicative x_i* et α est le paramètre d'intérêt. L'aléas de

la régression est noté ε_i. Il résume toutes les sources d'erreur et nous le supposons non corrélé à x_i*[166].

Si y_i est observable et mesurée au niveau de l'entreprise, ce n'est pas le cas x_i* qui est une variable latente non mesurée à ce niveau là : soit elle n'est pas disponible dans les informations de niveau entreprise réunies pour les besoins de l'analyse, mais elle pourrait être mesurée, soit il est trop coûteux et / ou trop problématique de la mesurer au niveau de l'entreprise.

La vraie variable x_i* peut cependant être estimée ou approchée par la moyenne, calculée au niveau de l'entreprise, d'une variable issue d'une enquête auprès des salariés. Si n_i salariés ont été interrogés dans l'entreprise i et si h indique le $h^{ème}$ salarié interrogé parmi les ni salariés de l'entreprise i, nous avons :

$$x_i = \frac{\left(\sum_{h=1}^{n_i} x_{ih}\right)}{n_i} \qquad \text{[III.2]}$$

où x_{ih} représente la réponse du salarié h dans l'entreprise i, construite à partir d'une question ou d'un groupe de questions appropriées. Dans cette formule, l'opérateur somme est mobilisé sur les n_i salariés interrogés dans l'entreprise. Selon n_i, la variable observée x_i est plus ou moins affectée par des erreurs d'échantillonnage. Dès lors, s'en servir comme proxy de la vraie variable x_i* génère un biais, plus ou moins important dans l'estimateur des MCO de α. Nous retrouvons un problème classique de variable mesurée avec erreur aléatoire et dans notre cas, il

[166] On suppose aussi que ε est i.i.d , avec $E(\varepsilon_i)=0$ et $Var(\varepsilon_i)=\sigma_\varepsilon$ et l'on supprime la constante de la régression pour simplifier, sans vraiment perdre en généralité.

est possible d'estimer la variance de l'erreur et de calculer un estimateur corrigé des moindres carrés qui sera robuste.

Tout d'abord, nous supposons que les n_i salariés interrogés sont sélectionnés de manière aléatoire parmi tous les salariés de l'entreprise i. Alors x_i est un estimateur robuste (et non biaisé) de la vraie variable x_i^*, et sa variance décroît avec n_i. Cette hypothèse est vérifiée par construction dès lors que l'échantillon de salariés est obtenu en sélectionnant au hasard des individus au sein de chaque entreprise considérée. Elle l'est aussi dans le cas plus fréquent où les données sur les entreprises et les salariés ont été construites indépendamment : l'échantillon d'entreprises est obtenu *ex post* à partir d'un échantillon de salariés qui est issu d'un tirage aléatoire au sein de la population active. Nous nous trouvons dans ce second cas lorsque nous mobilisons les données de l'enquête TOTTO. Les données de l'enquête COI, que nous avons déjà évoquée, rentrent dans le premier cas puisqu'elles résultent d'un double échantillonnage entreprises / salariés.

Nous supposons ensuite que les réponses x_{ih} des salariés interrogés dans l'entreprise i sont distribuées indépendamment, la variance de x_i est tout simplement égale à celle de x_{ih}, divisée par ni. Plus précisément, nous pouvons écrire :

$$x_{ih} = x_i^* + e_{ih} \qquad \text{[III.3]}$$

avec $E(x_{ih} | i) = x_i^*$, $E(e_{ih} | i) = 0$ et $Var(x_{ih} | i) = Var(e_{ih} | i) = \sigma_i^2$

d'où :

$$x_i = \frac{\sum_{h=1}^{n_i}(x_i^* + e_{ih})}{n_i} = x_i^* + \frac{\sum_{h=1}^{n_i} e_{ih}}{n_i} = x_i^* + e_i \qquad \text{[III.4]}$$

avec $E(x_i|i) = x_i^*$, $E(e_i|i) = 0$ et $Var(x_i|i) = Var(e_i|i) = \frac{\sigma_i^2}{n_i}$

où e_{ih} est l'erreur d'échantillonnage sur x_{ih}, de variance σ_i^2, et e_i, l'erreur d'échantillonnage sur x_i, de variance σ_i^2/n_i. Nous avons donc, par définition :

$$e_i = \frac{\sum_{h=1}^{n_i} e_{ih}}{n_i} \quad \text{et} \quad \sigma_i^2 = Var(x_{ih}|i) = E\left[\frac{\sum_{h=1}^{n_i}(x_{ih} - x_i)^2}{n_i - 1}\middle| i\right] \qquad \text{[III.5]}$$

Notons que σ_i^2 ne peut être estimé pour $n_i=1$. Dans ce qui suit, lorsque ce sera nécessaire, nous allons simplement supposer que σ_i^2 est indépendant de x_i et égal pour toutes les entreprises ($\sigma_i^2=\sigma$).

Enfin, si nous considérons que l'échantillon d'entreprises relève lui-même d'un tirage aléatoire au sein d'une population d'entreprises, nous pouvons voir que les erreurs d'échantillonnage e_i sont indépendantes des vraies valeurs de x_i sur l'échantillon d'entreprises. Plus précisément, nous pouvons écrire :

$$E(e_i) = E[E(e_i|i)] = 0 \text{ et } Cov(e_i x_i^*) = E(e_i x_i^*) = E\left[E(e_i x_i^*|i)\right] = 0 \quad \text{[III.6]}$$

d'où :

$$E(x_i) = E(x_i^*) \text{ et } Var(x_i) = Var(x_i^*) + Var(e_i) \qquad \text{[III.7]}$$

Où $Var(x_i)$ et $Var(e_i)$ sont respectivement les variances interentreprises de la variable estimée x_i et des erreurs d'échantillonnage e_i et où $Var(x_i^*)$ correspond à la « vraie » variance. Si nous utilisons la terminologie de l'analyse de la variance, $Var(x_i)$ et $Var(e_i)$ et $Var(x_i^*)$ sont respectivement les composantes « inter-entreprises » ou « between » des variances des variables doublement indicées (individu / entreprise) x_{ih}, e_{ih} et x_{ih}^*[167].

Si, au lieu d'utiliser la variable x_i^* dans l'équation III.1, nous utilisons x_i, nous avons :

$$y_i = \alpha x_i + v_i \quad \text{avec} \quad v_i = \varepsilon_i - \alpha e_i \qquad \text{[III.8]}$$

On retrouve le cas classique de modèle à erreur aléatoire dans les variables, présenté dans les manuels. Nous allons à présent considérer les conséquences de l'erreur d'échantillonnage sur le coefficients résultant de l'application des MCO à l'équation III.8.

Le biais de l'estimateur des moindres carrés : la théorie et quelques exemples

Comment se comporte l'estimateur des MCO du paramètre d'intérêt $\hat{\alpha}$ lorsque nous utilisons la variable estimée sur échantillon de salariés (x_i) plutôt que la vraie variable (x_i^*) ? Il est biaisé vers le bas dans une proportion λ, avec $(1- \lambda)$ égale à la part de la vraie variance dans la variance mesurée. Plus précisément, nous avons :

---

[167] Du point de vue des notations, les espérances ou les variances notées $E(xi \mid i)$ et $Var(xi \mid i)$ sont mesurées sur l'échantillon aléatoire de salariés interrogés dans l'entreprise alors que les espérances et variances notées $E(z_i)$ et $Var(z_i)$ sont aussi mesurées sur l'échantillon des entreprises.

$$\text{plim}(\hat{\alpha}) = \text{Cov}(x_i y_i) / \text{Var}(x_i) = (1-\lambda)\alpha$$

$$\text{avec} \quad 1-\lambda = \frac{\text{Var}(x_i^*)}{\text{Var}(x_i)} = \frac{\text{Var}(x_i^*)}{\text{Var}(x_i^*) + \text{Var}(e_i)} \qquad \text{[III.9]}$$

Dès lors, pour autant que l'on dispose d'un sous-échantillon de taille conséquente d'entreprises avec plus de un salarié interrogé, il est possible d'estimer l'erreur et la vraie variance et d'obtenir un estimateur robuste de α.

Les tableaux AIII.2 et AIII.3 permettent de se faire une idée du biais λ. Tous deux sont issus d'exploitations des enquête TOTTO et / ou Condition de Travail appariées avec des données d'entreprise (données de déclaration fiscales, BIC).

[Insérer tableau AIII.2]

Dans le tableau AIII.2 la variable d'entreprise estimée à partir des enquête TOTTO 1987 et 1993 et « Conditions de Travail » 1991 (x_i) est un taux d'équipement en ordinateurs. Les questions utilisées pour construire la variable x_{ih} (le salarié h de l'entreprise i utilise un ordinateur) sont présentées dans l'annexe I.2. Il s'agit des questions sur l'usage d'un microordinateur (Question N° 35g) et sur l'usage d'un terminal émission-réception (Question N° 35h). Les variables y_i considérées sont la productivité apparente du travail et deux mesures différentes de productivité totale des facteurs[168].

La première ligne du tableau correspond à l'estimation réalisée sur le sous-échantillon obtenu en sélectionnant un seul salarié par entreprise (NS=1). Dans ce

[168] La productivité apparente du travail est la valeur ajoutée rapportée à l'effectif des entreprises. La première définition de la productivité totale des facteurs tient compte de l'intensité capitalistique de l'entreprise et la seconde tient compte des qualifications estimées par le salaire moyen. Ces variables sont exprimées en logarithme. Pour plus de détails, voir Greenan et Mairesse, 1996.

cas, x_i, le taux d'équipement estimé ne prend que deux valeurs, 0 ou 1. Les deux lignes suivantes correspondent à des régressions réalisées sur le sous-échantillon des entreprises avec plus de deux salariés interrogés. Le taux d'équipement est estimé avec les réponses d'un seul salariés dans les régressions de la première ligne (NS=1), avec les réponses de deux salariés dans les régressions de la seconde (NS=2). Les deux dernières lignes sont construites de la même manière sur le sous-échantillon des entreprises avec plus de trois salariés interrogés.

Nous trouvons un impact positif et significatif de notre proxy du taux d'équipement informatique sur la productivité apparente du travail dans toutes nos régressions. Mais lorsque nous passons de un salarié interrogé à deux, puis à trois, nous observons une nette augmentation du coefficient estimé[169] alors que l'erreur standard augmente beaucoup plus lentement. Nous observons les mêmes résultats sur notre premier indicateur de productivité totale, incluant le capital, avec un impact plus faible du taux d'équipement. Enfin, notre second indicateur de productivité totale, incluant les qualifications en plus du capital, n'apparaît pas significativement corrélé au taux d'équipement informatique, et ceci quel que soit le sous-échantillon considéré.

[Insérer tableau AIII.3]

Notre seconde application s'appuie sur les enquête TOTTO de 1987 et de 1993 appariée aux données de déclaration fiscale (BIC) et à l'enquête sur la structure des emplois (ESE). Dans le tableau AIIII.3 la variable d'entreprise estimée est tout simplement la proportion de femmes parmi les salariés. La variable x_{ih} qui indique si

---

[169] Il est multiplié par 1,7 environ lorsque l'on passe de 1 à 2 salariés interrogés, et par 1,3 lorsque l'on passe de 2 à 3 salariés interrogés.

le salarié h interrogé dans l'entreprise i est une femme est issue de l'enquête emploi, dont les enquêtes TOTTO sont complémentaires. La variable y_i considérée est le logarithme du salaire moyen qui caractérise l'entreprise, calculé comme la masse salariale (cotisations sociales inclues) divisée par l'effectif de l'entreprise. Cette seconde application est complémentaire de la précédente car la proportion de femmes dans l'entreprise est disponible dans l'Enquête sur la Structure des Emplois (ESE). Nous pouvons donc conduire de front des régressions sur la base de la proportion de femme estimée à partir de TOTTO (x_i) et sur la base de la proportion de femmes réelle (x_i*) fournie par l'ESE.

Le tableau AIII.3 est structuré comme le tableau AIII.2. Nous avons réalisé une première série de régressions où le salaire moyen est expliqué par la proportion de femme estimée et par des indicatrices de taille et de secteur, puis nous utilisons la proportion réelle fournie par l'ESE. Dans une seconde série de régression, nous opérons de la même manière en introduisant en plus des variables qui de contrôlent la structure des qualifications de l'entreprise.

Tout d'abord, nous observons un impact négatif de la proportion de femmes sur le salaire moyen, qui diminue lorsque l'on tient compte de la structure des qualifications. Deuxièmement, les coefficients associés à notre proportion estimée sont sensiblement inférieurs à ceux associés à la proportion réelle. Sur l'échantillon total, où les estimations sont plus précises les premiers valent environ 25% des seconds. Nous retrouvons donc notre biais d'estimation vers le bas. Troisièmement, lorsque la taille de l'échantillon des salariés interrogés augmente, les coefficients associés aux proportions estimées augmentent. Ils augmentent néanmoins très

modérément du fait du manque de précision lié à la taille très faible de nos sous-échantillons[170].

Une méthode pour corriger le biais de l'estimateur des moindres carrés

Considérons tout d'abord un sous-échantillon avec un nombre contant n de salariés interrogés dans chaque entreprise ($n_i = n$). On peut écrire :

$$\begin{aligned} \mathrm{Var}(e_i) &= E\left[\mathrm{Var}\left(e_i \mid i\right)\right] + \mathrm{Var}\left[E\left(e_i \mid i\right)\right] \\ &= E\left[\mathrm{Var}\left(e_i \mid i\right)\right] = \frac{E\left(\sigma_i^2\right)}{n} = \frac{\sigma^2}{n} \end{aligned} \qquad \text{[III.10]}$$

d'où

$$\lambda = \frac{\sigma^2}{n\mathrm{Var}(x_i)} = \frac{\sigma^2}{n\mathrm{Var}(x_i^*) + \sigma^2} \qquad \text{[III.11]}$$

σ^2 (égal à σ_i^2) et $\mathrm{Var}(x_i)$ représentent respectivement les variance intra-entreprise et inter-entreprises de la variable x_{ih} sur le sous-échantillon. La formule [III.11] montre clairement que le biais λ décroît avec n. Même si elle s'applique quel que soit n, nous avons vu que σ^2 ne peut être estimé que sous les sous-échantillons où n est strictement supérieur à 1.

Si l'on retourne à notre première application, nous pouvons à présent fournir une estimation de λ pour les sous-échantillons où deux et trois salariés ont été

[170] Ils augmentent plus modérément que dans le tableau AIII.2 car nous avons fait en sorte de construire des échantillons disjoints (avec exactement 1 salarié, 2 salarié et 3 salariés interrogés) plutôt que des échantillons se recouvrant (avec plus de 2 salariés interrogés et avec plus de 2 salariés interrogés), ce qui conduit à des échantillons de plus petite taille. Ceci est nécessaire pour appliquer la méthode générale de correction de l'erreur d'échantillonnage.

interrogés. Notre indicateur x_{ih} d'usage de l'informatique est une variable binomiale. Dès lors, x_i est une proportion, que nous notons p_i, la vraie proportion pour une entreprise i étant p_i^* de variance $\sigma_i^2 = p_i^*(1- p_i^*)$. Si l'on note p*, la vraie proportion calculée sur l'échantillon total, il est simple de montrer l'égalité suivante :

$$\mathrm{Var}(p_i^*) + \sigma^2 = p^*(1-p^*) \qquad \text{[III.12]}$$

En utilisant cette formule, le biais d'estimation λ s'écrit :

$$\lambda = \frac{p^*(1-p^*) - \mathrm{Var}\left(p_i^*\right)}{p^*(1-p^*) + (n-1)\mathrm{Var}\left(p_i^*\right)} \qquad \text{[III.13]}$$

Il peut être estimé en utilisant la moyenne et la variance empiriques de la proportion, notées $\bar{p}$ et $\mathrm{Var}(\hat{p}_i)$ qui sont des estimateurs robustes de p* et Var(p_i*). En appliquant cette méthode pour les coefficients estimés dans le tableau AIII.2, on trouve des valeurs assez élevées de λ, d'environ 70% pour deux salariés interrogés et 60% pour trois[171]. Pour corriger les coefficient estimés, il suffit de les diviser par (1-λ). On trouve, en moyenne, un coefficient corrigés de 1.15 pour la productivité apparente du travail et de 0.80 pour la première définition de la productivité apparente du travail.

Il est intéressant de noter que le test de student permettant d'évaluer la significativité de α à partir de l'estimateur des MCO $\hat{\alpha}$ et de son erreur standard

[171] Plus précisément, pour la productivité apparente du travail, avec deux salariés, on trouve 66% en 87, 75% en 91 et 76% en 93, tandis qu'avec trois salariés, on a 70% en 1987, 54% en 1991 et 56% en 1993. Pour les productivités totales des facteurs, les calculs sont un peu différents car on a des variables de contrôle à droite dans la régression. On trouve, pour deux salariés 70% en 87, 75% en 91 et 77% en 93 et pour trois salariés 77%, 64% et 64%.

demeure valide. Ainsi, trouver que $\hat{\alpha}$ est statistiquement significatif est *a fortiori* une preuve que le vrai paramètre α est différent de zéro et ceci même en présence d'erreurs d'échantillonnage importantes.

Jusqu'à présent, la correction que nous proposons ne concerne que des sous-échantillons de plus de un salarié interrogé par entreprise. Alors, pourquoi soutenons-nous qu'un seul salarié par entreprise suffit ? Tout simplement parce que la méthode que nous venons d'examiner se généralise en construisant une moyenne pondérée des coefficients corrigés estimés sur chacun des sous-échantillons d'entreprises ayant en commun le nombre de salariés interrogés[172]. Pour appliquer cette méthode, on a juste besoin d'un estimateur robuste de la variance de l'erreur, et donc de la vraie variance des x_i. On peut utiliser la variance intra-entreprise empirique, qui est calculable dès lors que l'on a au moins un sous-échantillon avec deux salariés ou plus interrogés par entreprise.

Dans le tableau AIII.4, on a utilisé cette méthode de correction sur notre seconde application. Les coefficients corrigées sont portés sur la première ligne. Ils sont largement supérieurs en valeur absolue à ceux du tableau AIII.3. Mais ils sont aussi supérieurs à ceux obtenus avec la vraie proportion de femmes fournie par l'ESE. Néanmoins, la correction a rapproché de manière substantielle les coefficients s'appuyant sur TOTTO et ceux s'appuyant sur l'ESE.

L'écart qui demeure peut avoir plusieurs explications. D'une part, la proportion de femmes mesurée à partir de l'ESE est différente de la proportion de femmes qui aurait été mesurée si l'on avait interrogé tous les salariés de l'entreprise à l'enquête TOTTO. On peut donc considérer que si l'on se cale sur la définition de la proportion

---

[172] Pour plus de détails, voir Mairesse et Greenan (1999).

de femmes selon TOTTO, la mesure issue de l'ESE est entachée d'erreurs. D'autre part, les erreurs standards, qui figurent entre parenthèse et entre crochets[173] sous les coefficients, sont elles-mêmes élevées et elles restent sous-estimées pour les coefficients corrigés. Lorsque l'on en tient compte, la plupart des écarts entre coefficients corrigés et coefficients obtenus à partir de la mesure de l'ESE n'apparaît pas significatif au seuil de 5%.

Cette méthode ouvre tout un champ de mesures nouvelles à la statistique d'entreprise, dont un part est déjà constituée dans des sources existantes. Elle permet d'observer des variables que la statistique d'entreprise n'était jusqu'alors pas à même de mesurer comme l'aversion pour le risque des salariés ou la qualité d'une formation reçue. Elle peut s'appliquer à des panels sans pour autant qu'un suivi des salariés dans le temps ne soit nécessaire. Les données sur les salariés peuvent aussi être considérées comme une source nouvelle de variables instrumentales pour la statistique d'entreprise. Dans le cas de l'instrumentation, il n'est pas nécessaire de chercher à corriger les biais d'estimation. La nouvelle enquête à deux volets sur les Changements Organisationnels et l'Informatisation (COI) va nous permettre d'avancer dans cette exploration et de dresser un bilan de ses implications dans la construction d'enquête statistiques.

---

[173] Elles ont été estimées avec deux méthodes différentes pour les coefficients corrigés.

Tableau AIII.2.1 : Part de la variance intra entreprise dans la variance totale pour les coordonnées des salariés sur les deux premiers axes de l' ACM

Population d'entreprises de	Nombre d'entreprises	Nombre d' ouvriers	Coordonnées sur le 1e axe	Coordonnées sur le 2e axe
3 Ouvriers	43	129	43% *	48% **
4 Ouvriers	28	84	61% **	43% **
5 Ouvriers	17	85	48% **	32% **
Plus de 3 Ouvriers	118	656	44% **	31% **
Plus de 4 Ouvriers	75	527	44% **	26% **
Plus de 5 Ouvriers	47	415	37% **	22% **

Source : Enquête TOTTO de 1987

Champ : Echantillons d'ouvriers rattachés à des entreprises industrielles de plus de 50 salariés

** Un test de Fischer indique que l'effet est significatif au seuil de 1%, * au seuil de 5 %

Tableau AIII.2.2 : Ordinateur et productivité : analyse des biais dus aux erreurs d'échantillonnage dans le taux d'équipement informatique

Les variables expliquées sont exprimées en logarithmes	Productivité apparente du travail			Productivité totale des facteurs, contrôle par l'intensité capitalistique			Productivité totale des facteurs, contrôle par l'intensité capitalistique et les qualifications		
	87	91	93	87	91	93	87	91	93
Echantillon total : 2815 entreprises en 1987, 2612 en 1991, 2533 en 1993									
NS=1	0,18 (0,02)	0,20 (0,02)	0,24 (0,02)	0,11 (0,02)	0,11 (0,02)	0,14 (0,02)	-0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,02 (0,01)
Sous-échantillon avec plus de 2 salarié interrogés : 706 entreprises en 1987, 554 en 1991, 565 en 1993									
NS=1	0,20 (0,05)	0,21 (0,04)	0,23 (0,04)	0,11 (0,04)	0,13 (0,03)	0,15 (0,03)	- 0,02 (0,03)	0,05 (0,02)	0,05 (0,02)
NS=2	0,34 (0,06)	0,32 (0,05)	0,41 (0,05)	0,18 (0,05)	0,18 (0,04)	0,26 (0,04)	- 0,03 (0,03)	0,03 (0,03)	0,06 (0,03)
Sous-échantillon avec plus de 3 salarié interrogés : 324 entreprises en 1987, 251 en 1991, 237 en 1993									
NS=1	0,14 (0,06)	0,25 (0,05)	0,21 (0,06)	0,07 (0,05)	0,14 (0,05)	0,16 (0,05)	- 0,02 (0,04)	0,01 (0,04)	0,02 (0,04)
NS=3	0,39 (0,09)	0,42 (0,08)	0,56 (0,09)	0,22 (0,08)	0,20 (0,07)	0,39 (0,07)	- 0,01 (0,06)	- 0,03 (0,05)	0,08 (0,06)

Source : Enquête TOTTO de 1987 et 1983 et Conditions de travail de 1991, appariées avec les BIC
Champ: Sous-échantillons d'entreprises de plus de 20 salariés des secteurs IAA, de l'industrie manufacturière, du commerce, des services et des banques et assurances.
N= nombre d'entreprises du sous-échantillon, NS= nombre de salariés utilisés pour estimer le taux d'équipement informatique, Count= nombre de salariés minimal dans chaque entreprise pour les sous-échantillons concernés.

Tableau AIII.2.3 : Sexe et salaire moyen : coefficients associée à la proportion de femmes estimée et réelle

Régression du logarithme du salaire par tête (Données BIC) sur la…	…Proportion estimée (TOTTO)		…Proportion réelle (ESE)		…Proportion estimée (TOTTO)		…Proportion réelle (ESE)	
	Sans contrôle pour la structure des qualifications				Avec contrôles pour la structure des qualifications			
	87	93	87	93	87	93	87	93
Echantillon total : 2563 entreprises en 1987, 2213 en 1993								
NS=1	-0.14 (0.01)	-0.12 (0.01)	-0.48 (0.03)	-0.48 (0.03)	-0.09 (0.01)	-0.08 (0.01)	-0.39 (0.02)	-0.40 (0.02)
Sous-échantillon avec 2 salarié interrogés : 363 entreprises en 1987, 314 en 1993								
NS = 1	-0.14 (0.03)	-0.04 (0.04)	-0.51 (0.06)	-0.49 (0.08)	-0.11 (0.03)	-0.01 (0.03)	-0.39 (0.06)	-0.37 (0.06)
NS = 2	-0.21 (0.04)	-0.11 (0.05)	idem "	idem "	-0.14 (0.04)	-0.05 (0.03)	idem "	idem "
Sous-échantillon avec 3 salarié interrogés : 318 entreprises en 1987, 232 en 1993								
NS = 1	-0.08 (0.03)	-0.11 (0.04)	-0.63 (0.08)	-0.63 (0.10)	-0.03 (0.02)	-0.06 (0.03)	-0.36 (0.06)	-0.42 (0.08)
NS =2	-0.14 (0.04)	-0.18 (0.05)	idem "	idem "	-0.06 (0.03)	-0.08 (0.04)	idem "	idem "
NS =3	-0.14 (0.05)	-0.21 (0.08)	idem "	idem "	-0.08 (0.03)	-0.10 (0.04)	idem "	idem "

Source : Enquêtes TOTTO 1987 et 1993 appariées avec les BIC et l'ESE

Champ: Sous-échantillons d'entreprises de plus de 20 salariés des secteurs IAA, de l'industrie manufacturière, du commerce, des services et des banques et assurances.

Toutes les régressions incluent des dummies de secteur et de taille. Les régressions des 4 dernières colonnes incluent aussi la part des cadres et professions intermédiaires administratives et commerciales, la part des cadres et professions intermédiaires de production et la part des employés. NS : nombre de salariés utilisés pour estimer la proportion de femmes à partir de l'enquête TOTTO. « idem » : puisque l'on utilise la proportion réelle de femmes dans ces régressions, les coefficients estimés sont indépendant de NS

Tableau AIII.2.4 : Sexe et salaire moyen : estimations corrigées sur la proportion estimée de femmes et estimation sur le proportion réelle de femmes

Régression du logarithme du salaire par tête (Données BIC) sur la…	…Proportion estimée (TOTTO)		…Proportion réelle (ESE)		…Proportion estimée (TOTTO)		…Proportion réelle (ESE)	
	Sans contrôle pour la structure des qualifications				Avec contrôles pour la structure des qualifications			
	87	93	87	93	87	93	87	93
Sous-échantillon avec 2 salarié interrogés : 363 entreprises en 1987, 314 en 1993								
NS = 2	-0.90 (0.08) [0.12]	-0.73 (0.12) [0.15]	-0.51 (0.06) n.p.	-0.49 (0.08) n.p.	-0.72 (0.07) [0.11]	-0.41 (0.09) [0.11]	-0.39 (0.06) n.p.	-0.37 (0.06) n.p.
Sous-échantillon avec 3 salarié interrogés : 318 entreprises en 1987, 232 en 1993								
NS =2	-0.66 (0.08) [0.11]	-1.28 (0.11) [0.24]	-0.63 (0.08) n.p.	-0.63 (0.10) n.p.	-0.35 (0.07) [0.08]	-0.86 (0.12) [0.22]	-0.36 (0.06) n.p.	-0.42 (0.08) n.p.
NS =3	-0.70 (0.10) [0.13]	-0.84 (0.11) [0.14]	idem " "	idem " "	-0.48 (0.08) [0.10]	-0.47 (0.09) [0.11]	idem " "	idem " "

Source : Enquêtes TOTTO 1987 et 1993 appariées avec les BIC et l'ESE

Champ: Sous-échantillons d'entreprises de plus de 20 salariés des secteurs IAA, de l'industrie manufacturière, du commerce, des services et des banques et assurances.

Toutes les régressions incluent des dummies de secteur et de taille. Les régressions des 4 dernières colonnes incluent aussi la part des cadres et professions intermédiaires administratives et commerciales, la part des cadres et professions intermédiaires de production et la part des employés. NS : nombre de salariés utilisés pour estimer la proportion de femmes à partir de l'enquête TOTTO.

Erreurs standard des MCO entre parenthèses, des variables instrumentales entre crochets. Toutes deux sont sous-estimées pour les régressions sur la proportion de femmes estimées à partir de TOTTO, cette dernière n'a pas de raison d'être pour la régression sur la proportion réelle de femmes (« n.p. »=non pertinent). « idem » : puisque l'on utilise la proportion réelle de femmes dans ces régressions, les coefficients estimés sont indépendant de NS

ANNEXE III.3 : L'ECHANTILLON APPARIE DE L'ENQUETE « CHANGEMENT ORGANISATIONNEL » DANS LA PRODUCTION[174]

L'enquête «changements organisationnels dans la production» est présentée dans l'annexe I.1, qui se trouve à la fin de la partie I. Cette annexe, associée à la partie III, vise à décrire l'échantillon apparié qui a été construit autour de l'enquête « changement organisationnel » dans le but de mettre en relation des variables d'organisation avec d'autres variables décrivant le comportement économique des entreprises.

Les autres sources statistiques utilisées sur la période 1988-1992

Nous sommes tout d'abord allés chercher les données de déclaration fiscale de l'entreprise (BIC) pour les années 1988-1992. Le fichier utilisé pour 1992 est un fichier provisoire, le fichier définitif n'étant pas encore disponible au moment des appariements.

L'effectif salarié retenu dans les BIC correspond à des contrats de travail à temps partiel ou à temps plein. Ainsi sont comptabilisés les salariés sous contrat de travail à durée déterminée ou sous contrat de travail de formation alternée, les jeunes travailleurs de moins de dix-huit ans, les travailleurs à domicile, les saisonniers, les salariés relevant des catégories d'emploi exigeant des conditions d'aptitude particulières, les travailleurs intérimaires, les stagiaires de formation professionnelle

---

[174] Pour tous les travaux d'appariement, d'exploration et de constructions de variables autour de l'enquête « Changement Organisationnel », nous avons bénéficié du travail d'assistance de recherche de Stéphanie Viard, grâce à un second financement du Commissariat Général du Plan pour une étude sur les effets des changements organisationnels sur l'emploi, ainsi que de celui de Hélène Fréchou. L'étude a donné lieu à un rapport et à un document de travail de la Direction des Etudes et synthèses Economiques de l'INSEE (N°G9504) dont l'essentiel a été repris dans deux articles publiés dans Economie et Statistique (Greenan, 1996a et 1996b).

et les SIVP et les apprentis. L'effectif demandé à l'entreprise est une moyenne sur quatre trimestres. L'entreprise doit aussi, dans le cadre de sa comptabilité, calculer un effectif moyen proportionnel au temps de travail effectif. Certaines entreprises peuvent parfois fournir cet effectif pondéré plutôt que l'effectif moyen annuel.

Nous avons ensuite isolé les entreprises répondantes de l'enquête « changement organisationnel » dans l'Enquête sur la Structure des Emplois (ESE) pour les mêmes années. Cinq grandes professions et catégories socioprofessionnelles (PCS) ont été retenues, correspondant au niveau le plus agrégé de la nomenclature. Il s'agit des cadres et professions intellectuelles supérieures, des professions intermédiaires, des employés, des ouvriers qualifiés, et des ouvriers non qualifiés.

L'effectif salarié retenu correspond à l'effectif des salariés inscrits dans l'établissement au 31 décembre. Chaque contrat de travail, qu'il soit à temps partiel ou à temps plein, correspond à une unité. Ainsi sont comptabilisés les salariés sous contrat de travail à durée déterminée ou indéterminée ou sous contrat de travail de formation alternée, les jeunes travailleurs de moins de dix-huit ans (sauf apprentis), les travailleurs à domicile, les saisonniers et les salariés relevant des catégories d'emploi exigeant des conditions d'aptitude particulières. Par contre, les travailleurs intérimaires, les stagiaires de formation professionnelle et les SIVP et les apprentis sont exclus du champ.

En 1987, un changement législatif a modifié en partie la source. En effet, à partir de cette date l'obligation d'employer des travailleurs handicapés mutilés de guerre et assimilés s'applique par établissement pour les entreprises ayant plusieurs établissements et concerne les établissements de plus de 20 salariés (au lieu de plus de 10 salariés auparavant). Normalement sur les années 1988 et suivantes il n'y a pas de rupture dans la série des effectifs, le changement de loi étant antérieur à cette

période. Cependant, La modification du champ concerné par la déclaration génère une baisse du nombre d'établissements répondant ainsi que de l'effectif agrégé au niveau de l'entreprise. C'est ce que l'on observe en 1989. Afin d'homogénéiser les effectifs, nous avons éliminé tous les établissements de moins de vingt salariés de l'enquête à partir de 1987.

La construction du fichier apparié

L'enquête « changement organisationnel » dans la production porte sur la période 1988-1993. L'année 1993 n'étant pas encore disponible pour ces deux sources lors des appariements, nous avons retenu la période 1987-1992. L'échantillon obtenu par appariement de « changement organisationnel », des BIC et des ESE a été cylindré. Nous ne retenons donc que les entreprises pérennes sur l'ensemble de la période. Après appariement et cylindrage sur six ans, on retrouve 1284 entreprises sur les 1824 entreprises exploitables de l'enquête « changement organisationnel ».

Un certain nombre de nettoyage sur le fichier ainsi constitué nous amène finalement à ne retenir que 822 entreprises (tableau AIII3.1 et AIII3.2). Les nettoyages sont les suivants :

- 62 entreprises présentant un écart trop important entre les effectifs de la source BIC et ESE ont été éliminées.

- 379 entreprises ayant, au moins sur une année, un effectif total ou un effectif d'une des cinq catégories nul, ou une valeur ajoutée ou des immobilisations négatives ou nulles ou une masse salariale nulle ont été écartées

- 21 entreprises présentant des incohérences temporelles sur la période, comparées à leur secteur ont été éliminées

Les effectifs totaux qui sont utilisés pour les tests de la troisième partie sont ceux qui proviennent des BIC. Les seules informations de l'ESE qui ont été retenues dans ces tests concernent la structure des qualifications dans l'entreprise et l'évolution de cette structure. Cette information est plus fiable que celle qui porte sur le niveau ou le taux de croissance des effectifs de qualification donnée.

Les tableaux AIII3.1 et AIII3.2 montrent une similarité de structure pour les effectifs et le chiffre d'affaires. Le cylindrage et le nettoyage de l'échantillon produit des effets classiques sur la structure de l'échantillon : les petites entreprises sont plus souvent éliminées que les grandes, ce qui se retrouve au niveau des secteurs. Les secteurs les plus concentrés (fabrication de matériels de transports par exemple) sont ceux qui « résistent » le mieux aux différentes opérations menées sur les fichiers.

Les estimations du chapitre 6 ne s'appuient pas sur le fichier apparié, mais sur le fichier de l'enquête « changement organisationnel » seul. Les estimations présentées dans le tableau 6.7 utilisent l'échantillon des entreprises réorganisées de l'enquête (1496 sur les 1824 entreprises répondantes). Ce sont les estimations du chapitre VII qui font appel à l'échantillon apparié de 822 entreprises.

Tableau AIII.3.1 : Représentativité des 822 entreprises, par classes de taille

En pourcentage du total de la classe	Pourcentage d'entreprises	Pourcentage de salariés	Pourcentage de chiffres d'affaires
De 50 à 99 salariés	4	4	4
De 100 à 499 salariés	10	11	10
De 500 à 999 salariés	21	22	19
Plus de 1000 salariés	42	44	46
Ensemble	9	26	29

Les pourcentages ont été calculés en rapportant les résultats correspondant aux strates de l' échantillon à ceux provenant des strates de l' exhaustif BIC.

Tableau AIII.3.2 : Représentativité des 822 entreprises, par secteurs (NAF40)

En pourcentage du total du secteur	Pourcentage d'entreprises	Pourcentage de salariés	Pourcentage de chiffres d'affaires
Extraction de produits non énergétiques	11	35	27
Industrie textile et habillement	7	16	16
Industrie du cuir et de la chaussure	7	18	18
Travail du bois et fabrication d'articles en bois	10	10	10
Industrie du papier et du carton, édition et imprimerie	8	14	13
Industrie chimique	11	24	21
Industrie du caoutchouc et du plastique	9	16	16
Fabrication d'autres produits minéraux	9	26	25
Métallurgie et travail des métaux	10	19	22
Fabrication de machines et équipement	9	27	28
Fabrication d'équipements électriques et électroniques	9	30	29
Fabrication de matériel de transport	15	47	56
Autres industries manufacturières	7	12	14
Ensemble	9	26	29

Les pourcentages ont été calculés en rapportant les résultats correspondant aux strates de l' échantillon à ceux provenant des strates de l' exhaustif BIC.

CONCLUSION GENERALE

Dans ma thèse, j'ai fait appel à la formalisation mathématique et à la statistique, deux outils couramment utilisés par l'approche néoclassique, pour « durcir » un objet resté longtemps périphérique au champ de l'économie : l'organisation du travail interne aux entreprises. Au-delà de la contribution propre de ma thèse, l'évolution du champ économique pendant le temps long de sa gestation montre que cette piste est fructueuse et qu'elle est appelée à se développer fortement dans les années à venir.

Il y a 10 ans, ce thème, très présent dans les écrits les pères fondateurs du champ de l'économie, occupait un place marginale dans la production académique. L'organisation du travail n'était considérée comme objet économique qu'aux frontières du champ, par des économistes se désignant comme hétérodoxes et proches de la sociologie, de l'histoire ou des sciences de la gestion. L'appropriation, par le courant standard de cet objet s'accélère depuis la seconde moitié des années quatre-vingt-dix. L'intérêt des chercheurs pour l'organisation est souvent solidaire d'un questionnement sur les impacts associés à la diffusion des technologies de l'information et de la communication. Comme le suggère le mot français « ordinateur », ces technologies réunissent des machines à mettre de l'ordre, à organiser et notamment à organiser les flux d'information dans l'entreprise. Une partie des choix d'investissement dans ces deux domaines se donnent donc d'emblée comme interdépendants.

Sur le plan théorique, l'article de 1986 de Aoki est longtemps resté la seule et unique référence tandis qu'en 1997, Ichniowki, Shaw et Prennushi publiaient l'une des premières études empiriques sur l'effet des changements organisationnels sur la

productivité dans une revue d'économie. C'est dans l' *American Economic Review* que ces deux travaux ont été publiés. Il suffit d'examiner sur la période très récente, les principales revues d'économie ou le programme des grands colloques généralistes pour observer que la question du « design organisationnel » (« organizational design ») fait l'objet de travaux de plus en plus nombreux. Ce thème soulève aussi l'intérêt des pouvoirs publics car il réhabilite l'entreprise comme lieu de décision dans le domaine du contenu du travail. Si la technique ne définit pas entièrement ce contenu, certaines mesures incitatives peuvent venir orienter les conditions de la gestion de la main d'œuvre.

Cette thèse apporte des contributions propres sur des aspects théoriques et empiriques. Je vais d'abord revenir sur ces contributions avant d'examiner les pistes de recherche qui s'inscrivent dans le prolongement de ce travail.

Les théories conflictuelles et coopératives de la firme

Du point de vue de l'histoire de la pensée économique, la question du «design organisationnel » est restée une piste en friche pour plusieurs raisons. La raison centrale est l'adoption généralisée, dans les théories de l'entreprise s'appuyant sur un postulat d'individualisme méthodologique, des hypothèses d'information imparfaite et d'opportunisme des agents économiques. Ce cadre d'hypothèse a été adopté aussi bien par les théoriciens libéraux que par ceux s'inscrivant dans une démarche radicale. Ce choix a fait «boule de neige » mais les raisons initiales qui le motivaient ont été en partie oubliées.

En explorant ce que j'ai appelé les «théories conflictuelles de la firme » dans le chapitre II, il est apparu que l'accent sur «l'aléa moral » (« moral hazard ») dans l'analyse du travail vient d'un rejet des explications purement techniques de

l'existence de la firme et d'une conception de l'entreprise puisant sa valeur dans son capital physique et dans la compétence de son équipe de direction.

Or, si ces « préférences » sont adaptées à l'analyse des déterminants des frontières entre firmes et marché et à celle du contenu des contrats et systèmes d'incitations, elles laissent dans l'ombre les marges de manœuvre dont dispose l'entreprise pour organiser sa production. Elles négligent le fait que si le marché est un lieu d'allocation des ressources, il n'a jamais été un lieu de production. Celle-ci a toujours été internalisée au sein de structures individuelles ou collectives dont l'archétype moderne dans le système capitaliste est l'entreprise. Enfin, cette vision de l'entreprise ne permet pas de se poser les questions associées au fait que les actifs immatériels, y compris le capital humain des salariés, contribuent aujourd'hui pour une part croissante à sa valeur, comme le suggèrent l'expression, devenue courante, d'économie fondée sur le savoir (« knowledge based economy ») pour désigner la situation actuelle des économies occidentales.

Les approches radicales ont une vision de l'entreprise opposée à celle que j'ai énoncée plus haut puisque dans la tradition marxienne c'est le travail vivant qui est source de toute valeur. Dès lors, dans le conflit de classes qui se trouve au cœur de la dynamique du capitalisme, l'opportunisme n'est pas du côté des travailleurs, mais de celui des détenteurs de capitaux. L'asymétrie d'information peut donner un petit pouvoir aux salariés. Mais les capitalistes ont inventés des outils de management puissants, et notamment la division du travail pour neutraliser ce pouvoir et pour s'approprier la plus grande partie de la valeur créée par le travail.

Cependant, comme dans la théorie de l'agence ou la théorie des contrats, les théories radicales adoptent l'existence de la hiérarchie comme un présupposé et ont donc du mal à concevoir l'existence d'alternatives à la structure hiérarchique. La

question « que font les chefs ? » est commune à cet ensemble de théories et les réponses proposées ne sont pas très éloignées : ils supervisent, contrôlent, surveillent, récompensent. Autrement dit, les mécanismes d'incitation forment la dimension organisationnelle principale que ces théories examinent. J'ai choisi de la laisser de côté, non pas parce qu'elle ne présente pas d'intérêt pour la théorie économique, mais parce qu'elle a déjà donné le jour à un corpus théorique construit et cohérent, ainsi qu'à de nombreux travaux empiriques, alors que la logique économique qui anime les autres dimensions de l'organisation n'a été que très partiellement explorée.

Les théories que j'ai choisies de présenter dans cette thèse renoncent pour la plupart à l'hypothèse d'opportunisme. L'hypothèse d'information imparfaite est réinterprétée en terme de rationalité limitée et les individus réunis au sein des équipes de travail sont supposés partager un objectif commun. L'analyse des conflits d'intérêt entre les actionnaires, la direction de l'entreprise et les travailleurs est abandonnée au profit de celle des problèmes opérationnels associés aux activités productives. Pour cette raison, je les ai réunies sous l'appellation de « théories coopératives de la firme ».

Ce choix d'appellation ne signifie pas pour autant que les représentations de l'entreprise sous-jacente à ces deux ensembles de théories sont incompatibles. Les entreprises ont a gérer à la fois des conflits d'intérêt et des problèmes opérationnels. Je pense qu'un pont peut être construit entre théories coopératives et théories conflictuelles autour de la question de la production et de l'appropriation du savoir technologique. J'y reviendrais.

Quelle organisation dans les théories coopératives de la firme ?

Je renvoie à la conclusion intermédiaire, en fin de partie II et aux tableaux associés (II.1 à II.4) pour une synthèse détaillée des dimensions organisationnelles formalisées par ces théories et des définitions sous-jacentes du changement organisationnel. Je ne vais en rappeler ici que les grandes lignes.

Les théories coopératives de la firme se partagent en deux groupes : celles qui formalisent l'organisation du système d'information de l'entreprise et celles qui formalisent l'organisation de son système de production. Les théories du premier groupe font systématiquement référence aux hypothèses de rationalité limitée et de coopération alors qu'elles sont implicites dans celles du second, qui renouent avec le cadre formel de la fonction de production. Ceci est lié à leur centre d'intérêt respectif, les flux d'information pour le premier, l'articulation entre l'espace des tâches, celui des personnes, celui des compétences et celui des facteurs de production pour le second.

La nécessité d'organiser la collecte et le traitement de l'information découle de la rationalité limitée des travailleurs. En effet, toutes les décisions prises au sein d'une entreprise sont consommatrices d'information : définir une stratégie à long terme, sélectionner un projet d'investissement, déterminer un plan de production, ajuster la production aux aléas de l'environnement, etc. Or, de par les limites de ses capacités cognitives et indépendamment de sa loyauté à l'entreprise, tout individu peut se tromper lorsqu'il collecte, interprète et transmet des informations. De plus, face à la complexité des décisions que doivent prendre les entreprises et au temps limité dont elles disposent, diviser les tâches d'information entre plusieurs individus permet d'accroître les capacités cognitives mobilisées autour d'une décision. Mais ce

partage des tâches doit être organisé de manière à ce que l'erreur collective ne soit pas supérieure à l'erreur individuelle.

Du côté du système de production, la technique utilisée définit un ensemble de tâches qui représente une contrainte pour l'entreprise. Mais l'appariement entre les facteurs de production et les tâches n'est pas déterminé par la technique. L'entreprise dispose, en la matière, d'une marge de manœuvre importante qui définit un autre domaine de choix organisationnels.

Selon l'expression de Marschak (1986), organiser le travail de collecte et de traitement de l'information comme le travail de production revient à définir le «qui fait quoi quand ». J'ai montré que dans les théories sous revue, ce choix de « design organisationnel » se décline dans trois dimensions que résume le tableau II.4 de la conclusion intermédiaire : la division horizontale du travail, la division verticale du travail et les interdépendances.

Si l'on considère le système d'information, le choix de division horizontale du travail dans la collecte d'informations détermine le degré de centralisation des informations. Si chaque travailleur est spécialisé dans une source d'information, celle-ci est «décentralisée » et «centralisée » dans le cas inverse où tout le monde travaille à partir des mêmes sources. Les théories du système d'information que j'ai présentées ne considèrent pas que les informations peuvent s'accumuler dans un savoir individuel et collectif. L'information devient en général obsolète après qu'elle ait traversé l'organisation. On peut néanmoins supposer que l'entreprise produit du savoir sur elle-même et sur son environnement et que la nature de ce savoir va dépendre de la manière dont la collecte de l'information aura été organisée. Notamment, si l'information est très décentralisée, il est difficile pour l'entreprise d'accumuler un savoir standardisé. Du côté du système de production, une division

horizontale du travail poussée conduit à la spécialisation des tâches tandis qu'en l'absence de cette division, les tâches sont « intégrées » et chaque travailleur est à la fois pluri-compétent et polyvalent.

La division verticale du travail sépare les travailleurs qui détiennent le pouvoir de décision des autres travailleurs. Les tâches de collecte et de traitement de l'information conduisent à des prises de décision. Si les personnes qui réalisent ces tâches sont aussi celles qui prennent les décisions alors les tâches d'information ne sont pas divisées verticalement. Mais si une partie seulement des travailleurs « indirects » ont le pouvoir de décision alors il y a une division verticale des tâches d'information. C'est ce qui se passe lorsque l'information est collectée et traitée au sein de structures hiérarchiques : ce sont le ou les travailleurs placés au sommet de la pyramide hiérarchique qui prennent les décisions. Si l'on considère à présent le système de production, il y a division verticale du travail lorsque la définition des tâches productive est réalisée par d'autres travailleurs que ceux qui exécutent ces tâches. Un travailleur direct qui définit le contenu de son travail est autonome.

J'ai raisonné jusqu'à présent sur des situations polaires. On pourrait aussi raisonner sur des continuum. Dans ce cas, l'entreprise ne décide pas si elle divise ou non le travail dans une direction ou dans une autre, mais elle opte pour un degré de décentralisation de l'information, un degré d'intégration des tâches, un degré de délégation des décisions stratégiques ou un degré d'autonomie dans les activités productives.

Lorsque le travail est divisé, verticalement et/ou horizontalement, l'entreprise doit encore définir la nature des interdépendances entre les postes de travail. Ces interdépendances génèrent des inséparabilités en ce sens que l'output de la tâche que réalise un individu dépend étroitement de la qualité du travail d'un autre individu.

Une partie de ces interdépendances est purement technique mais l'entreprise dispose d'une marge de manœuvre organisationnelle. Dans le système d'information, le choix d'un réseau de communication de l'information définit des interdépendances informationnelles. Dans le système de production, lorsque l'entreprise définit des tâches de supervision et de contrôle, elle génère une interdépendance qui est d'un ordre purement organisationnel. Dans un processus de production séquentiel, les tâches sont techniquement interdépendantes. Mais l'entreprise peut réduire ces interdépendances en étant peu exigeante sur la qualité et les délais et en admettant des stocks tampon. En revanche, elle les renforce avec les normes de qualité, les contraintes de temps et des ressources calculées au plus juste.

La distinction entre système d'information et système de production et entre division verticale du travail, division horizontale du travail et interdépendances permet de clarifier des notions fortement polysémiques comme celles de « décentralisation » ou de « complémentarité ». En effet, dans la littérature théorique comme dans les approches plus qualitatives, décentraliser signifie avoir recours à des sources d'information plus spécialisées, déléguer le pouvoir de décision au sein de la main d'œuvre indirecte, rendre la main d'œuvre directe plus autonome ou réduire les interdépendances informationnelles. Quant aux complémentarités, elles désignent à la fois des interdépendances techniques, informationnelles et liées à l'organisation productive.

En général, le changement organisationnel décrit dans les modèles théoriques concerne soit le système d'information, soit le système de production et ne touche qu'une seule de ces trois dimensions. La théorie des équipes s'intéressent surtout à la décentralisation de l'information et donc à la division horizontale des tâches de collecte d'information. Les théories du traitement de l'information sont plutôt focalisées sur la division verticale du travail dans le traitement des informations.

Enfin les théories centrées sur le système de production ont surtout exploré la division horizontale du travail et la détermination organisationnelle des interdépendances productives.

Prises dans leur ensemble, ces théories identifient les changements récents ayant marqué l'organisation du travail dans les entreprises comme le passage d'une coordination à dominante verticale vers une coordination à dominante horizontale. La coordination à dominante verticale est associée à la spécialisation des tâches productives, à la centralisation des informations, au traitement hiérarchique de l'information, à la séparation entre conception et exécution dans les tâches productives et aux interdépendances verticales.

Les nouvelles formes d'organisation rompent avec cette verticalité du mode de coordination. Dans le système d'information, comme dans le système de production, la division verticale du travail s'atténue : tandis que les travailleurs directs deviennent plus autonomes, les travailleurs indirects participent plus à la décision en traitant l'information de manière moins hiérarchique. Par ailleurs, la division horizontale du travail dans les tâches productives est moins poussée mais elle l'est davantage dans les tâches de collecte de l'information : tandis que l'information se décentralise, on demande aux travailleurs directs une plus grande polyvalence. Enfin, le retrait de la hiérarchie atténue les interdépendances de type vertical et permet d'envisager des interactions informationnelles et productives plus horizontales. La question de la cohérence entre les différentes dimensions organisationnelles au sein de chaque mode de coordination n'est quasiment pas abordée dans la théorie. Parmi les théories coopératives de la firme, seule la théorie des complémentarités productives examine des changements conjoints dans plusieurs dimensions. Mais elle postule, plutôt qu'elle ne démontre, la cohérence de ces changements conjoints.

Les deux modèles théorique, que je développe dans ma thèse cherchent à relier système de production et système d'information autour de l'accumulation d'un savoir technologique à partir des informations recueillies dans l'atelier. La question du savoir technologique est abordée par les modèles qui cherchent à formaliser un capital organisationnel. En effet la plupart du temps celui-ci désigne le savoir que le chef d'entreprise ou l'équipe dirigeante accumule sur les facteurs de production.

Ces deux modèles abandonnent cette vision hiérarchique du savoir en supposant que celui-ci peut être construit selon deux logiques différentes : soit certains travailleurs se spécialisent dans l'observation du processus de production et dans la conception du travail, ce qui recoupe la situation décrite par les modèles de capital organisationnel, soit ces tâches sont réalisées par les travailleurs directs qui sont alors autonomes puisqu'ils décident seuls du contenu de leur travail. Dans le premier cas, les informations recueillies servent à construire un savoir standardisé, facilement communicable aux travailleurs directs sous forme de consignes alors que dans le second le savoir s'appuie sur des informations décentralisées qui alimentent un savoir local et tacite.

J'ai montré que la fonction multiplicative proposée par Kremer (1993) pouvait être vue comme la version horizontale de la fonction récursive de Beckmann (1977). La première formalise les interdépendances productives générées par les normes de qualité ou les délais courts tandis la seconde représente celles qui découlent de la supervision et du contrôle hiérarchique. Les modèles que je propose sont la transposition verticale du problème formulé par Lindbeck et Snower (1996) pour la division horizontale du travail. Ces auteurs examinent l'articulation entre l'espace des tâches et l'espace des facteurs induite par la polyvalence. J'analyse les conséquences de l'autonomie des salariés sur l'articulation entre ces mêmes espaces.

Quels ponts entre la théorie et l'observation ?

Les théories coopératives de la firme forment un ensemble très hétérogène d'approches. La partie II de ma thèse cherche à recenser et à clarifier les espaces de choix ouverts aux entreprises dans le domaine de leur organisation interne. Si la confusion et la polysémie semblent parfois régner dans la théorie, les approches empiriques des changements organisationnels sont aussi très foisonnantes. Interroger les théories avait aussi pour objectif de proposer une grille de lecture afin de charpenter l'exploration empirique des changements à l'œuvre.

J'ai choisi de limiter mon approche empirique aux travaux statistiques. En particulier, j'ai exploité, sur l'industrie manufacturière l'enquête TOTTO de 1987 et l'enquête « changement organisationnel » de 1993. J'ai utilisé la première de manière innovante puisque j'ai cherché à construire une information sur l'entreprise à partir d'une enquête réalisée auprès de salariés et j'ai joué un rôle déterminant dans la conception et l'exploitation de la seconde.

Les dimensions organisationnelles identifiées dans la théorie ne se mesurent pas directement à partir des enquêtes statistiques. Il faut les instrumenter par des questions en tenant compte de l'identité des interlocuteurs.

Le questionnaire de l'enquête TOTTO rassemble une information sur l'organisation des postes de travail au moment de l'enquête. Il est en effet très difficile d'interroger les salariés sur ce qui a changé dans leur travail pendant une période donnée. Les salariés nouvellement embauchés ne sont pas concernés et cela conduit à introduire un ensemble de filtres qui, sur un plan pratique, posent de nombreux problèmes. De plus, la mémoire des situations de travail est inégale d'une profession à l'autre, tout comme l'est l'usage du curriculum vitae. Mais le salarié

saura répondre à des questions concrètes sur son autonomie, sur les réseaux de communication dans lesquels il est inséré, sur ce qui détermine son rythme de travail, sur l'influence du travail des autres sur son propre travail, sur le degré de supervision que sa hiérarchie exerce sur lui. L'interrogation des salariés est donc très précieuse car elle permet d'appréhender les dimensions organisationnelles recensées au travers de questions très concrètes. Elle rencontre cependant certaines limites. Outre la difficulté à interroger le salarié sur des évolutions, certains aspects du travail, comme la polyvalence ou le travail de groupe ne se laissent pas facilement décrire au travers de questions à la fois précises et intelligibles.

En France, la répétition des enquêtes auprès des salariés sur l'organisation et les conditions de travail depuis le début des années quatre-vingts permet de saisir une partie de l'évolution du contenu des postes de travail. Certaines orientations vont dans le sens d'une coordination à dominante plus horizontale comme le développement des échanges d'information entre salariés d'une même entreprise et avec les clients et les fournisseurs pour toutes les catégories de main d'œuvre, l'autonomie accrue de la main d'œuvre directe, l'influence croissante des collègues et / ou de la demande sur le rythme de travail, le développement des normes de qualité.

Mais d'autres évolutions sont plus difficiles à interpréter dans le sens d'une horizontalisation des organisations. Le rôle de supervision de la hiérarchie, les modes opératoires précis, régis pas les consignes et les délais, les contraintes machininiques ne semblent pas reculer. Les contraintes qui pèsent sur le travail des salariés se déplacent plus qu'elles ne s'allègent. L'étude de l'évolution des conditions de travail

donne d'ailleurs des signes inquiétants : entre 1984 et 1991[175], celles-ci semblent s'être dégradées. Le renforcement des pressions temporelles sur le travail, la persistance des pénibilités physiques et des risques, l'éclatement des horaires, le poids des charges mentales, contribuent à donner l'impression d'une intensification du travail sur la période récente. Ces tendances contredisent la description optimiste des effets des nouvelles formes d'organisation sur le travail des salariés que l'on trouve dans la littérature managériale. Elles peuvent s'interpréter de deux manières différentes : soit les nouvelles formes d'organisation ne sont que des innovations « marketing » masquant une taylorisation accrue du travail, soit le nouveau modèle de management n'est pas aussi cohérent qu'on le dit et c'est au niveau du poste de travail que ses contradictions se résolvent par une dépense d'énergie physique et mentale accrue.

L'enquête « changement organisationnel » de 1993 interroge les directeurs de production sur les changements ayant marqué l'organisation interne de leur entreprise sur une période de 5 ans, entre 1988 et 1993. Comparée aux enquêtes auprès des salariés, l'organisation du travail est mesurée de manière très différente. Le directeur de production ne décrit pas son travail mais l'entreprise dans son ensemble ou tout au moins son ou ses unités productives. Il est interrogé sur les innovations managériales adoptées par l'entreprise et les questions posées utilisent directement le vocabulaire de la gestion. Dès lors, les changements que l'on mesure à partir de cette enquête ont une physionomie proche de la description que livre la litérature managériale. C'est là une de ses limites. Si l'interlocuteur répondant à l'enquête « changement organisationnel » connaît le nouveau modèle de gestion que les manuels décrivent comme « moderne », il peut être tenté, pour ne pas paraître

[175] La nouvelle enquête sur les conditions de travail réalisée en 1998 ne remet pas ce constat en cause.

« préhistorique », de répondre que son entreprise en a adopté toutes ses dimensions alors que ce n'est pas forcément le cas. Ceci génère des corrélations positives entre les variables indiquant l'adoption des différentes pratiques qui sont de purs artefacts statistiques.

Les nouvelles pratiques de gestion visant à favoriser une coordination à dominante plus horizontale se diffusent dans l'industrie : équipes de travail autonomes, groupes de travail, démarches formalisées visant à accroître la qualité, baisse du nombre de niveaux hiérarchiques, resserrement des liens formels entre services etc. Dans l'enquête, une question sur les changements dans l'allocation des responsabilités au sein de l'atelier avant et après les réorganisations cherche à cerner plus concrètement l'effet de ces nouvelles pratiques sur la division du travail dans le système de production. Son exploitation confirme que l'adoption de ces pratiques est corrélée à l'accroissement de la sphère de responsabilité des travailleurs directs. Elle apporte cependant certaines nuances. D'une part, les nouvelles pratiques de gestion n'impliquent pas l'effacement total de la hiérarchie mais plutôt la multiplication des personnes responsables, et éventuellement la dilution de la responsabilité. D'autre part, s'il y a intégration des tâches au niveau des travailleurs directs, le spécialiste ne disparaît pas pour autant et ses prérogatives au sein de l'atelier peuvent se développer.

L'enquête TOTTO et l'enquête « changement organisationnel » comportent donc des questions qui permettent de mesurer les changements décrits par la théorie. Certaines prédictions des modèles peuvent ainsi être testées empiriquement. Mais cette mesure comporte de nombreux écueils que j'ai cherché à cerner dans ma thèse.

J'ai déjà insisté sur l'utilité d'avoir des mesures issues de l'interrogation des salariés et d'autres issues de l'interrogation des entreprises. Ceci est une contribution

propre de ma thèse. Les quelques travaux empiriques réalisés parallèlement aux miens par d'autres chercheurs mobilisent uniquement les enquêtes auprès des entreprises. Athey et Stern (1998) insistent sur la différence entre corrélation et complémentarité en matière d'usage des nouvelles pratiques de gestion. Il me semble que les enquêtes réalisées auprès des entreprises sont particulièrement sujettes à ce type de problème alors que c'est moins le cas pour les enquêtes réalisées auprès des salariés. Au-delà de cette question, la description de l'organisation est, pour beaucoup, une question de point de vue. Mesurer l'organisation interne d'une entreprise revient à décrire un agencement collectif que personne ne connaît avec exactitude mais sur lequel chacun se construit une représentation. Il semble difficile de mesurer l'organisation sans avoir recours à une pluralité de points de vue.

Mais les données sur les salariés posent un problème de méthode que ne posent pas les données des enquêtes réalisées auprès des entreprises. Construire un indicateur d'entreprise à partir des réponses des salariés nécessite d'en interroger un échantillon représentatif, ce qui est très coûteux. L'enquête TOTTO n'est pas construite sur ce modèle. Sa méthode d'échantillonnage est celle de l'enquête emploi. Il s'agit d'un échantillon aérolaire. L'entreprise n'est donc pas un critère de sélection des salariés. Le recoupement avec les entreprises est fait *ex post* car les salariés interrogés donnent la raison sociale et l'adresse de l'établissement pour lequel ils travaillent. Sachant que 20 000 salariés environ sont interrogés tous secteurs confondus, il n'y a le plus souvent qu'un seul salarié interrogé par entreprise. Mais ce salarié a été sélectionné au hasard. Cette thèse propose une méthode, élaborée en collaboration, pour redresser l'erreur faite en utilisant un indicateur construit à partir des réponses d'un petit nombre de salariés dans une régression de niveau entreprise. Cette méthode permet de faire un usage nouveau des

enquêtes auprès des salariés et ouvre un champ inexploré de mesures aux études empiriques sur les entreprises.

A l'exception de la théorie des complémentarités productives et de certaines autres théories, les modèles que j'ai examinés n'envisagent qu'une seule dimension de l'organisation du travail. Le tableau synthétique des dimensions de l'organisation du travail et de ses changements qui a été évoqué plus haut ne s'appuie pas sur un seul modèle mais sur une trentaine. A priori, chacun des changements évoqués a des effets sur le comportement de l'entreprise. Il est donc difficile de se limiter à la mesure d'une seule dimension. Or comme chaque dimension ne peut être appréhendée qu'au travers d'une série de questions, la mesure de l'organisation dans son ensemble nécessite la mobilisation d'un nombre important de variables, pour la plupart de nature qualitatives. Comparé aux autres objets du champ économique, l'organisation du travail est donc un objet particulier.

Certains travaux empiriques choisissent unes seule variable, pressentie comme « représentative » de l'organisation ou de ses changements. D'autres introduisent un grand nombre de variables dans les régressions ainsi que les produits croisés pour tenir compte des associations entre dispositifs mesurés. J'ai écarté ces deux options pour en choisir une troisième conforme à l'idée de «modèle » d'entreprise ou de « modèle » industriel. Le constat commun à l'ensemble des investigations empiriques sur l'organisation du travail, quelque soit le champ disciplinaire concerné est que l'on n'observe pas toutes les combinaisons possibles de pratiques et /ou de caractéristiques organisationnelles avec une fréquence identique. Les entreprise privilégient certaines configurations de pratiques ou de changements.

La théorie de la régulation, la théorie des conventions, les théories de la contingence structurelle et la théorie des complémentarités productives adoptent

l'hypothèse de l'existence de configurations organisationnelles et / ou de configurations de changements. L'argument sous-jacent est que la performance d'une caractéristique organisationnelle est souvent conditionnelle à la présence d'une ou de plusieurs autres caractéristiques. Ou encore, lorsqu'une entreprise change son organisation, il est moins coûteux pour elle de changer certaines caractéristiques si elle en change d'autres simultanément. Il m'a semblé que l'analyse des données était l'outil statistique le plus adapté pour rendre compte de l'existence de ces configurations. J'ai donc exploité les enquêtes TOTTO et « changement organisationnel » en utilisant l'analyse des correspondances multiples et la classification ascendante hiérarchique. Ces deux méthodes permettent de synthétiser les relations qu'entretiennent deux à deux un grand nombre de variables.

En utilisant ces méthodes, j'ai construit, à partir des réponses des ouvriers à l'enquête TOTTO, une variable d'intensité de la communication et à partir des réponses des directeurs de production à l'enquête « changement organisationnel » une variable d'orientation des changements organisationnels.

L'intensité de la communication correspond aux coordonnées des ouvriers sur le premier axe d'une analyse des correspondances multiples. Cette variable a été retenue car, tout en décrivant l'état de l'organisation du travail dans l'atelier, je la suppose corrélée aux changements organisationnels : les entreprises plus communicantes sont soit proches des nouvelles formes d'organisation plus horizontales, soit elles s'orientent vers ce type d'organisation[176].

---

[176] L'enquête COI permet un croisement des données sur les salariés et des données sur les entreprises. Les premières exploitations de cette enquête confirment cette hypothèse (Greenan et Mairesse, 1999).

La variable d'orientation des changements organisationnel résulte d'une classification ascendante hiérarchique conduite à partir des coordonnées des entreprises sur les trois premiers axes factoriels d'une analyse des correspondances multiples. En effet, l'analyse des données réalisée à partir de l'enquête « changement organisationnel » montre qu'à côté des 36% d'entreprises industrielles de plus de 50 salariés dont l'organisation est restée inerte entre 1988 et 1993, on observe trois orientations dans les configurations de changement. La première que j'ai appelée « orientation vers le modèle de l'entreprise flexible » correspond à un mouvement vers une coordination à dominante horizontale (25% des entreprises). La seconde, appelée « mouvement de technicisation » correspond à des petites entreprises dont l'organisation interne se complexifie en se divisant en fonctions différentes (17% des entreprises). La troisième appelée « approfondissement de la logique hiérarchique » correspond à des changements centrée sur les compétence d'encadrement de la hiérarchie (22% des entreprises). L'enquête changement organisationnel montre donc qu'il est difficile d'épuiser la description des changements que connaissent les entreprises industrielles en faisant appel, comme le fait, la plupart du temps, la théorie à deux configurations polaires.

Les deux sources que je mobilise sur l'industrie française témoignent donc d'une part d'une diffusion de nouvelles orientations dans l'organisation des postes de travail, et notamment de l'existence de postes travail ouvriers fortement communiquant, d'autre part de changements conséquents dans l'organisation du travail concernant une part importante des entreprises industrielles.

Trois questions

Les théories coopératives de la firme peuvent être aisément mobilisées autour de trois questions : celles des déterminants du changement organisationnel, celle des

effets des changements organisationnels sur la performance des entreprises et celles de leurs effets sur les inégalités des différentes qualifications face à l'emploi et au salaire. Ces trois questions recoupent les débats sur le «déterminisme technique » des choix organisationnels, sur le «paradoxe de la productivité » et sur le « biais technologique ». Dans ces trois débats, la technologie est au cœur des explications. Je remets en cause ces approches « technicistes » en cherchant à donner à la fois une relative autonomie et un rôle aux changements organisationnels.

J'ai réalisé des tests empiriques autour de ces trois questions en mobilisant les enquête TOTTO et « changement organisationnel ». Les résultats obtenus ne doivent pas être transposés tels quels au niveau macro-économique. D'une part, ils ne concernent que l'industrie manufacturière, d'autre part on n'observe que les effets directs des changements technologiques et organisationnels sur les entreprises. Si l'élargissement de ces résultats au reste de l'économie et notamment au secteur tertiaire n'est qu'une question de disponibilité des sources statistiques, il manque un cadre théorique pour penser les effets indirects des changements organisationnels : sur la survie des entreprises non innovantes, sur la structuration des marchés, sur les entreprises qui, en raison de relations de sous-traitance ou de liens clients-fournisseurs, sont touchées par les changements sans forcément les mettre en œuvre elles-mêmes.

Les déterminants des changements organisationnels

La théorie isole trois grandes catégories de déterminants des changements organisationnels : l'incertitude croissante, la diffusion de nouvelles technologie et notamment les technologies de l'information, l'évolution des compétences disponibles sur le marché du travail et celle de la taille de l'entreprise. Le tableau 6.5 propose une synthèse des effets recensés dans les théories coopératives de la firme.

Le résultat principal de ce tableau est que si ces évolutions peuvent effectivement favoriser un changement structurel vers un mode de coordination à dominante horizontale, le mode de coordination à dominante verticale n'en devient pas pour autant obsolète.

Ainsi, lorsque l'incertitude croît, la hiérarchie peut, sans rompre avec sa logique verticale, chercher à accroître sa maîtrise de l'information en réduisant la taille de ses services, en faisant appel à des responsables hiérarchiques plus compétents ou encore en augmentant le nombre de travailleurs spécialisés dans les tâches de traitement de l'information. Elle peut aussi s'aplatir en augmentant la taille de ses services et la délégation d'autorité au travers de l'usage d'un code qui résume plus fortement l'information transmise aux décideurs.

Il en est de même des technologies de l'information. Celle-ci ont la capacité de compenser l'effet de l'incertitude en augmentant les capacités de traitement de l'information de la hiérarchie. Elles peuvent donc favoriser le maintien d'un mode de coordination à dominante verticale dans un contexte d'incertitude croissante. Par ailleurs, si l'effet de ces technologies sur le coût de l'information et de son stockage ne prête pas à discussion, leur effet sur le coût de communication est controversé.

Si les technologies de l'information interviennent dans le système d'information de l'entreprise, les technologies de fabrication avancées s'insèrent dans son système de production. Ces deux catégories de technologies nouvelles incorporent des microprocesseurs et des programmes informatiques. Utilisées par une hiérarchie, ces technologies peuvent en transformer les paramètres : le regroupement de l'entreprises en service et les compétences des responsables hiérarchiques. Lorsqu'elles sont mobilisées par une stratégie d'objectifs multiples (qualité, délai, différenciation) ces technologies peuvent être associées au

développement des interdépendances horizontales et aux caractéristiques organisationnelles qui permettent de mieux les maîtriser : la pluri-compétence, la polyvalence et l'autonomie.

L'effet des technologies nouvelles sur l'organisation n'a donc rien de déterministe. En modifiant certains aspects du coût de la collecte, du traitement et du stockage de l'information ou en affectant les rendements d'échelle, elles permettent d'envisager de nouvelles formes d'organisation du système d'information ou de production mais elles n'imposent pas de solution unique.

L'effet des compétences sur l'organisation est lui aussi contrasté. Dans une structure verticale, un encadrement plus performant doit conduire à une hiérarchie plus plate, tandis que dans une structure horizontale, une meilleure capacité d'apprentissage des ateliers permet de réduire les temps de coordination et d'échange d'information. Par ailleurs, si les aptitudes de la main d'œuvre dans différents domaines deviennent plus homogènes, ou si celle-ci est plus souvent formée dans des domaines variés, alors cela favorise une division du travail plus souple où plusieurs tâches peuvent être effectuées par un même individu ou bien où les travailleurs acceptent de migrer d'une tâche à une autre en fonction des besoins de l'entreprise.

Les données dont je dispose ne permettent pas de tester directement les résultats des modèles examinés. La raison principale est que nos données ont avant tout une nature de coupe. Ceci est clair pour l'enquête TOTTO qui mesure une situation en 1987. Pour l'enquête « changement organisationnel », l'information recueillie a une nature dynamique puisque l'on mesure un changement sur 5 ans mais elle n'a pas de variabilité temporelle. Dès lors, si l'exploration de corrélations est possible, les données sont insuffisantes pour tester des relations de causalité.

Globalement, les prédictions des modèles ne sont pas contredites par les corrélations obtenues sur l'industrie manufacturière française. L'enquête « changement organisationnel » conforte l'idée qu'au delà du choix d'une structure organisationnelle plus horizontale, les entreprises peuvent aussi tenter de maintenir un logique hiérarchique en renforçant les compétences de l'encadrement. Ce modèle de changement est associé à une structure simple d'objectifs dont la maîtrise de la qualité est l'argument central et il n'est significativement corrélé ni avec la taille de l'entreprise, ni avec l'usage de technologies avancées ce qui cadre moins bien avec la théorie.

Les données sur les entreprises et sur les salariés tendent à montrer une corrélation positive entre les compétences de la main d'œuvre directe, l'usage des technologies de l'information et des technologies de fabrication avancées et un modèle d'organisation plus horizontal. En outre, l'enquête « changement organisationnel » tend à conforter l'hypothèse d'un lien entre ce mode l'organisation et la recherche d'objectifs multiples et partiellement contradictoires par l'entreprise.

Ces tests empiriques apportent aussi des résultats non anticipés. L'enquête TOTTO débouche sur des résultats plus nuancés que les prédictions quant aux effets des technologies de fabrication avancées. La logique verticale n'est pas fondamentalement remise en cause par ces technologies, mais elle semble amendée par le recours à des formes institutionnelles d'échange d'informations comme les groupes de travail visant à recenser et à analyser les problèmes rencontrés dans la production ou les systèmes favorisant l'expression des suggestions et des idées des salariés.

Par ailleurs, la relation entre taille et organisation n'est pas linéaire. L'enquête « changement organisationnel » montre que l'orientation vers un modèle plus

horizontal est significativement et positivement corrélée à la taille, mais c'est pour les tranches de taille intermédiaires que la probabilité d'adopter ce type de changement est la plus élevée. Du côté des salariés, la taille n'est clairement liée qu'à la communication multilatérale. Enfin, l'enquête « changement organisationnel » identifie aussi un modèle de changements qui semble correspondre à des petites unités en forte croissance où les fonction se différencient par un recours croissant à des spécialistes. C'est notre modèle de « technicisation ».

Le paradoxe de la productivité

Comme le synthétise le tableau 7.3, les théories coopératives de la firme décrivent des entreprises ou l'organisation répond à une fonction : soit elle permet la meilleure allocation possible des facteurs de production compte tenu des problèmes d'information imparfaite, soit elle contribue à définir une technologie particulière. Dans les deux cas, l'entreprise choisit son organisation de manière à être la plus efficace possible. Cette efficacité ne se traduit pas dans tous les modèles par une productivité accrue, la propension à réaliser certains types d'innovation, la qualité de la production ou les délais associés à ces différentes étapes sont aussi sensibles aux choix organisationnels de l'entreprise.

Dans la majeure partie des modèles, le choix organisationnel concerne une dimension de la structure de l'entreprise à laquelle l'organisation de l'entreprise se résume. Les choses sont différentes dans la variante proposée par la théorie des complémentarités productives. Le choix d'un « design organisationnel » y est décrit comme le choix d'un ensemble de dispositifs organisationnels, dont les contours sont encore flous dans les articles que j'ai examinés, mais qui sont supposés complémentaires. Dès lors, les choix de dispositifs organisationnels ne sont pas indépendants les uns des autres et les entreprises les plus efficaces sont celles qui ont

été capables de mettre en œuvre une grappe de dispositifs. En d'autres termes toutes les combinaisons de dispositifs dans la partition des organisations possibles de conduisent pas à une performance accrue. Les entreprises qui arrivent en tête du palmarès des entreprises les plus performantes (« high performance ») sont celles qui ont sélectionné une (la) bonne combinaison de dispositifs organisationnels. Les entreprises qui choisissent de réformer leur organisation pour s'adapter aux changements qui traversent leur environnement devraient donc, *a priori*, être plus performantes que les autres.

Par ailleurs, la plupart des économistes de la croissance prédisent depuis 20 ans de substantiels gains de productivité associés à la diffusion des technologies de l'information et de la communication. Or ce n'est que très récemment que l'on a enregistré une augmentation durable du taux de croissance américain, tendance suivie depuis peu par les pays Européens. C'est ce mouvement qui a donné naissance au débat autour de la « nouvelle économie ». Jusqu'alors, la plupart des études empiriques sur les effets de l'informatique sur la productivité ont montré que cette technologie n'était pas plus productive que les autres investissements physiques des entreprises. Ces travaux se sont développés à la suite de l'énoncé fait par Solow de l'existence d'un « paradoxe de la productivité » associé aux ordinateurs. Selon ce théoricien de la croissance, en 1987, on voyait des ordinateurs partout sauf dans les statistiques de la productivité.

En analysant les déterminants des changements organisationnels, j'ai souligné que ceux-ci pouvaient être associés avec un investissement dans les technologies de l'information et / ou dans les technologies de fabrication avancées. Une des interprétations donnée au « paradoxe de la productivité » est que les gains de productivité associés à l'informatisation ne peuvent se réaliser qu'une fois que des

changements organisationnels ont été entrepris pour avoir un usage innovant de ces technologies.

Dans les tests empiriques que j'ai réalisés à partir des enquêtes TOTTO et « changement organisationnel », j'ai cherché à tenir compte à la fois de l'organisation et de la technologie pour analyser leur impact sur la productivité. Ces tests montrent que le « paradoxe de la productivité » associé à l'ordinateur se double d'un « paradoxe de la productivité » associé à l'organisation.

L'intensité de la communication est la variable d'organisation mesurée à partir de l'enquête TOTTO. C'est une variable synthétique issue d'une analyse des données incorporant à la fois des variables d'organisation et de technologie. L'intensité de la communication mesurée est donc conditionnée par des variables décrivant l'usage de l'informatique dans la production. J'estime une fonction de production en incorporant la variable d'intensité de la communication directement et croisée avec les facteurs de production (travail et capital) exprimés en unités efficientes.

On observe que globalement, l'introduction de la variable de communication améliore de manière significative la qualité des estimations. L'intensité de la communication a un effet direct positif mais non significatif sur la productivité totale des facteurs. Par contre, elle agit de manière nette sur l'efficacité des facteurs de production pris isolément. Plus la communication est intense et plus l'efficacité du travail est élevée, indépendamment du type de qualification. Inversement l'usage du capital (corrigé de son âge) est moins efficace dans les entreprises communicantes, effet en partie compensé par un usage plus performant du capital ancien. Une autre estimation montre que les entreprises communicantes ont vu leur ratio de stocks produits diminuer plus que les autres entreprises du même secteur entre 1984 et 1987.

Le « paradoxe de la productivité » persiste donc dans ces résultats, mais ils fournissent aussi quelques éléments qui semblent aller dans le sens d'un effet d'apprentissage. En effet, la productivité moindre du capital associé à l'intensité de la communication ne concerne que les équipements les plus récents. On peut donc considérer qu'en 1987, les entreprises qui utilisaient davantage les technologies de l'information et qui demandaient à leurs ouvriers de participer à un réseau de communication plus large étaient dans une phase de transition pour définir, au moyen d'une organisation rénovée, un usage innovant de leurs nouvelles technologies.

Avec l'enquête changement organisationnel, j'ai eu une stratégie de test un peu différente puisque l'information synthétique construite à partir de cette source a une dimension dynamique. Au lieu d'estimer une forme complexe de fonction de production en coupe, j'ai estimé des formes plus simples en coupe et en différence longue mais avec une diversité plus grande dans les indicateurs de performance considérés et en utilisant des mesures séparées de la technologie et de l'organisation. En dépit de toutes ces différences et de la période temporelle couverte, je me trouve de nouveau face au « paradoxe de la productivité ».

Les estimations en coupe montrent qu'une organisation innovante et/ou l'introduction de technologies avancées vont de pair avec une intensité capitalistique plus élevée et une productivité apparente du travail plus forte. Mais on n'enregistre pas de surcroît effectif de productivité dès que l'on contrôle par la taille, le secteur et les autres facteurs de production. Au contraire, on peut enregistrer une productivité totale des facteurs plus faible, qui s'explique par une efficacité moindre du capital.

Les estimations en différences longues montrent que les entreprises technologiquement innovantes ont un effectif qui est resté stable alors qu'il a diminué dans la population de référence (d'environ 7%) et une valeur ajoutée qui a cru plus

fortement comparée à cette même population où la valeur ajoutée a augmenté de 6%. Ces différences ne sont cependant pas suffisantes pour se traduire par une croissance plus forte de la productivité apparente du travail ou de la productivité totale des facteurs.

La seule catégorie de changements organisationnels qui enregistre des effets en différences longues est celle où les changements sont orientés vers l'accroissement de la sphère de responsabilité du spécialiste. Cette catégorie d'entreprises a des effectifs qui ont cru plus fortement que ceux des entreprises de la catégorie de référence (d'environ 6%). Parallèlement, au contraire des catégories de changements technologiques, cette catégorie d'entreprises n'a pas enregistré de croissance supérieure de sa production. Ceci se traduit par une nette détérioration de la productivité du travail et de la productivité totale des facteurs. Comme avec l'enquête TOTTO, certains résultats conjoints obtenus avec l'enquête «changement organisationnel » peuvent s'interpréter en terme de coût d'ajustement.

Biais technologique ou biais organisationnel ?

Lorsqu'elles envisagent une hétérogénéité du facteur travail, les théories coopératives de la firme formulent des prédictions sur les effets des changements organisationnels sur les inégalités d'emploi et de salaire. Ces prédictions sont synthétisées dans le tableau 7.9. Selon ces théories, les inégalités croissantes entre qualifiés et non qualifiés, couramment attribuées au « biais technologique », pourraient tout aussi bien s'expliquer par la vague de changements organisationnels qui ont restructuré le travail dans les entreprises pendant les vingt dernières années.

D'une part, les changements dans la distribution des compétences caractérisant l'environnement de l'entreprise peuvent être un facteur d'évolution de l'organisation

du travail. C'est ce que l'analyse des déterminants des changements organisationnels a montré. Le mouvement d'expansion scolaire qui a marqué les économies développées depuis les années soixante a très certainement eu un effet de ce type en affectant l'offre de main d'œuvre qualifiée.

Mais les théories coopératives de la firme identifient aussi d'autres mécanismes allant des changements organisationnels vers le marché du travail. Tout d'abord, la performance des individus au sein des entreprises dépend tout autant de caractéristiques qui leur sont intrinsèques, comme le niveau d'éducation ou les aptitudes non scolaires, que de l'organisation dans laquelle ils s'insèrent. Dès lors, le changement organisationnel affecte cette performance ainsi que la manière dont elle s'agrège dans une performance collective. Ceci a des conséquences sur les rémunérations et sur la demande de travailleurs de différentes qualités.

Ainsi, le développement de la polyvalence, de l'autonomie et de la décentralisation des décisions accroît la demande relative de travailleurs qualifiés, ce qui renchérit leur rémunération relative en dépit de leur moins grande rareté due à l'expansion scolaire.

De plus, avec le changement organisationnel, les entreprises peuvent préférer n'employer qu'une seule catégorie de main d'œuvre plutôt que d'associer plusieurs catégories. La ségrégation remplace alors la mixité des qualifications au sein des entreprises. Ce mouvement peut aller jusqu'à l'exclusion de la main d'œuvre non qualifiée.

Les échantillons appariés que j'ai constitué ne comportent pas de données suffisamment précises pour conduire des tests sur les inégalités salariales. En revanche, l'appariement avec l'Enquête sur la Structure des Emplois permet de

disposer de données détaillées sur la qualification des postes de travail. J'ai privilégié dans les tests l'enquête « changement organisationnel » car la nature de l'information recueillie permettait de travailler sur la dynamique des besoins de main d'œuvre. Comme dans le test de l'impact des changements organisationnels sur la productivité, j'introduit conjointement dans mes estimations une variable de changements technologiques et une variable de changements organisationnels. Ceci permet de tester les poids relatifs des explications en terme de « biais technologique » et de « biais organisationnel ».

On observe tout d'abord que le stock de qualifications présent dans l'entreprise influence en partie les choix technologiques et organisationnels qui y sont fait. Notamment, les technologies de fabrication avancées ne sont pas toutes associées aux mêmes qualifications dans l'entreprise. La distinction entre les robots et MOCN d'une part et les systèmes de production assistés par ordinateur d'autre part est discriminante. Un simple comptage de ces différentes technologies, donnant lieu à une variable mesurant le nombre de technologies utilisées, aurait masqué ce résultat.

Si l'évolution nette de l'emploi apparaît plus sensible aux changements technologiques qu'aux changements organisationnels, il n'en va pas de même de sa structure. Une entreprise qui investit en technologies de production avancées sans changer son organisation voit ses effectifs croître, sans qu'il y ait déformation de sa structure des qualifications. En revanche, une entreprise qui réforme son organisation voit ses besoins en main d'œuvre évoluer.

Il faut distinguer le point de vue individuel (celui des responsabilités) et le point de vue du groupe (la part des différentes qualifications dans l'effectif global de l'entreprise), qui ne sont pas convergents. Du point de vue individuel, les catégories qui « gagnent » des responsabilités sont les opérateurs dans le modèle de l'entreprise

flexible, les spécialistes dans le modèle de la technicisation. Ces « gains » ne se traduisent pas par un avantage en termes d'effectifs. Dans le modèle de l'entreprise flexible, l'évolution de la part des ouvriers n'est pas différente de celle observée dans l'ensemble de la population, dans le modèle de technicisation, les techniciens et les ouvriers qualifiés ne voient pas leurs effectifs croître plus que celle de l'ensemble de la main d'œuvre.

Du point de vue du groupe, les catégories quantitativement favorisées ou défavorisées ne sont pas celles que l'on attend. Tout se passe comme si, en termes quantitatifs, les changements d'organisation affectaient la main d'œuvre indirecte, essentiellement les cadres, qui sont favorisés même si l'on diminue le nombre de niveaux hiérarchiques, et les employés qui sont défavorisés.

Ces résultats tendent donc à montrer que le «biais technologique » est plutôt un «biais organisationnel ». Mais il est encore difficile de définir les qualifications précises qui sont touchées ainsi que de concevoir des tests robustes sur les mécanismes sous-jacents.

Les nouvelles pistes de recherche

Le programme initial de cette thèse reste largement ouvert à un moment où la question du « design organisationnel » devient légitime au sein du courant qui domine le champ économique. Je vais revenir sur un certain nombre des pistes de recherche dans les domaines théoriques et empiriques.

La théorie

Dans le domaine théorique, toutes les dimensions de l'organisation n'ont pas encore été modélisées. Il en est ainsi de la standardisation et de la formalisation.

Dans le modèle à main d'œuvre homogène que j'ai présenté dans cette thèse, ces questions sont abordées par l'intermédiaire de la modélisation du coût de production et de communication du savoir. Je vais revenir sur cette piste qui mérite d'être poursuivie. De même, les théories coopérative de la firme modélisent la division du travail au niveau des postes, mais la question de la division de l'entreprise en services fonctionnels n'a été traitée que par Cremer (1980). Or cette division semble aussi remise en cause par les mouvements d'externalisation et de recentrage sur le métier. Enfin, la question de la forme des réseaux de prise de décision dans les structures non hiérarchiques reste très largement ouverte. Les théories du traitement de l'information ne proposent que le modèle du réseau en ligne d'assemblage dont l'interprétation est très instable et qui n'évoque pas forcément des formes d'organisation nouvelles.

Le second domaine dans lequel la réflexion mérite un approfondissement est celui des fondements théoriques des interdépendances postulées par la théorie des complémentarités productives. Ainsi, pour élargir le modèle à main d'œuvre hétérogène que j'ai proposé, il serait intéressant de formaliser à la fois l'autonomie et la communication. La prise en compte de ce dernier aspect doit en effet rendre le modèle décentralisé à main d'œuvre qualifiée plus réaliste en y ajoutant des interdépendances horizontales issues du système d'information. Par ailleurs, la formalisation proposée par Kremer (1993) pour les interdépendances horizontales dans le système de production pourrait être fondées théoriquement en s'appuyant sur la modélisation de la faillibilité humaine proposée par Sah et Stiglitz (1985, 1986, 1988). Enfin, une question qui reste largement ouverte est celle des effets des technologies de l'information sur le «design organisationnel ». Si le débat public associe spontanément ces technologies à la décentralisation, cette relation n'est fondée ni théoriquement, ni empiriquement. La question de l'effet des technologies

de l'information sur le coût de communication, qui est une pièce centrale du raisonnement, n'a pas encore été tranchée.

Plus généralement, le couplage des théories coopératives et conflictuelles de la firme n'a pas encore été réalisé de manière satisfaisante. Ce couplage revient à intégrer la question des intérêts potentiellement divergents des différents intervenants dans l'entreprise. Il me semble que ce couplage peut être construit autour de la formalisation du savoir technologique et de son appropriation. Cela revient à formaliser, à côté de l'effort productif fourni par chaque salarié, un effort consacré aux activités cognitives. Si le premier effort est consommé dans la production de biens et de services, le second peut s'accumuler dans un savoir technologique qui vient accroître la valeur de l'entreprise tout en lui étant spécifique. Un conflit de répartition interne à l'entreprise se joue autour de l'appropriation de ce savoir. De plus, on peut faire l'hypothèse que les salariés ne peuvent pas augmenter simultanément leur effort productif et leur effort cognitif sans subir un stress. Ceci ajoute une source de tension supplémentaire dans le choix d'un « design organisationnel ».

Dans cette thèse, j'ai laissé de côté la question des incitations. Certains modèles sélectionnés traitent cependant cette question de manière indirecte. D'une part, les modèles de Beckmann (1960, 1977), Willamson (1967) et Calvo et Wellicz (1978, 1979) l'abordent en s'intéressant à l'activité de supervision des responsables hiérarchiques. D'autre part, certains modèles montrent que les caractéristiques organisationnelles de l'entreprise qui sont extérieures à la forme donnée au contrat de travail peuvent jouer un rôle de mécanisme incitatif (Holmstrom et Milgrom, 1991, 1994) ; Valsecchi, 1992 ; Carmichael et MacLeod, 1993) ou permettre de découvrir de l'information sur les capacités intrinsèques des individus au sein des collectifs de travail (Meyer, 1994). La question du lien entre les formes d'organisation nouvelles,

où les interdépendances horizontales sont plus fortes, et le système d'incitations mérite d'être plus amplement posée. Comme l'a montré Rosen (1982), dans une structure hiérarchique, l'activité d'encadrement a pour fonction de lisser le résultat des efforts fournis par une main d'œuvre hétérogène. Dans une telle structure, il est fondamental de différencier les rémunérations en fonction des niveaux hiérarchiques de manière à ce que les salariés placés à des niveaux supérieurs soient plus fortement incités à la loyauté. Quel est le système d'incitation adapté à des structures plus horizontales où l'on a supprimé des niveaux hiérarchiques, où le travail des uns a une influence plus forte sur le travail des autres et où l'on demande aux salariés un effort diversifié ?

Les modèles théoriques examinés sont de nature micro-économique. Peu d'entre eux sont plongés dans un cadre d'équilibre général. Dans la modélisation que j'ai proposée, j'ai cherché à aller dans ce sens en mobilisant un modèle de croissance endogène. Les questions des effets des changements organisationnels sur la performance et la structure des qualifications peuvent être creusées théoriquement dans un cadre élargi en tenant compte de l'articulation du secteur des services et de l'industrie, en réfléchissant aux conséquences des changements technologiques et organisationnels sur les structures de marché et en introduisant, au côté du critère de qualification, les critères d'âge et de génération.

Les applications empiriques

Dans le domaine empirique, la qualité de l'information statistique me semble être un point essentiel. Les travaux empiriques sur l'organisation que j'ai rassemblés dans cette thèse m'ont permis d'assurer la responsabilité scientifique du développement d'une nouvelle source statistique : l'enquête Changement Organisationnel et Informatisation (COI) réalisée entre en 1997 et 1998. Sa

particularité centrale réside dans le fait qu'elle associe un volet « entreprises » et un volet « salariés ». Il s'agit, en raccourci, du mariage de l'enquête TOTTO et de l'enquête « changement organisationnel ». Ce dispositif d'enquête résulte d'une collaboration entre l'administration et la recherche puisque la DARES, l'INSEE, le SESSI, le SCEES et le Centre d'Etudes de l'Emploi ont mis en commun des ressources pour lui donner le jour. Le projet de l'enquête COI est né d'une réflexion collective que j'ai animée avec Michel Gollac en 1994 et 1995 dans le cadre d'un séminaire sur les approches interdisciplinaires de l'innovation organisé par Dominique Foray et Jacques Mairesse (Foray et Mairesse (dir.), 1999).

Recueillir de l'information, à la fois auprès des dirigeants de l'entreprise et de ses salariés, permet d'approfondir la réflexion sur l'entreprise en tant qu'entité collective. Certains thèmes de l'enquête sont abordés à la fois au travers de l'interrogation des dirigeants et de l'interrogation des salariés : le thème de l'autonomie par exemple. Confronter les représentations des dirigeants de l'entreprise et celle des salariés permet d'avoir une vision à la fois plus fine et plus problématique de ces thèmes et d'aller au-delà du discours managérial mesuré par les enquêtes traditionnelles auprès des entreprises. D'autres variables ne peuvent être mesurées qu'à un seul niveau : par exemple, il est très difficile d'interroger le salarié sur la stratégie poursuivie par l'entreprise alors que cette question peut être posée simplement à un dirigeant d'entreprise. Inversement, le responsable d'entreprise connaît les réseaux formels de partage d'informations, mais il ne connaît pas les réseaux informels qui se constituent à l'initiative des salariés.

L'enquête a été réalisée au moyen d'un sondage à deux niveaux dont les paramètres se sont appuyés sur la méthodologie développée en utilisant les réponses des salariés dans des régressions de niveau entreprise. Les entreprises ont été sélectionnées dans l'Enquête Annuelle d'Entreprise, puis la liste de numéro SIREN a

été appariée avec le fichier des Déclarations Annuelles de Données Sociales qui fournit des listes de salariés. Deux salariés ont été choisis au hasard dans les entreprises de moins de 500 salariés, trois dans les entreprises de plus de 500 salariés. La base de données a été conçue de manière à pouvoir suivre à la fois les trajectoires des entreprises et celles des salariés interrogés. Elle comporte donc à la fois un panel d'entreprises et un panel de salariés.

Cette configuration d'enquête permet d'élaborer des mesures différentes de l'organisation et de tester les relations qu'elles entretiennent entre elles. Ainsi, il est possible de travailler sur les réponses des entreprises d'une part, sur celles des salariés d'autre part. Selon les tests effectués, il est possible d'instrumenter les réponses des entreprises par celles des salariés et inversement d'instrumenter les réponses des salariés par celles des entreprises.

Sur la question des effets des changements organisationnels, je projette de comparer les résultats de plusieurs méthodes d'estimation qui mobilisent ces mesures. La méthode la plus simple consiste à introduire dans une équation de comportement un ensemble de variables primaires décrivant l'organisation ou ses changements. On peut aussi ajouter aux estimations des effets croisés. Une autre méthode, que j'ai utilisée dans cette thèse, consiste à utiliser l'analyse des données comme outil de synthèse. Je souhaite aussi mobiliser les méthodes paramétriques et non paramétriques élaborées par les théories de la X-(in)efficiency, ainsi que les « modèles de facteurs » utilisés en théorie des assurances. Une dernière piste est de tester conjointement un système d'équation de « design organisationnel » et une équation de comportement. Cette méthodologie en plusieurs étapes peut tout aussi bien s'appliquer à l'analyse de la performance de l'entreprise qu'à celle de ses choix en matière de structure des qualifications.

Comme le fichier des Déclarations Annuelles de Données forme la base de sondage du volet «salarié » de l'enquête COI, elle est «naturellement » appariée à une base de donnée très riche sur les salaires. D'une part il est possible de construire, pour l'année 1996, des indicateurs sur la dispersion des salaire au sein des entreprises interrogées. D'autre part, on connaît la trajectoire des salaires sur 20 ans de tous les salariés interrogés. Ces données permettent de réaliser de multiples tests sur les liens entre changements organisationnels, politiques salariales des entreprises et trajectoires professionnelles des salariés.

Enfin, le pont entre observations micro-économiques et régularités macro-économiques forme un dernier domaine possible d'investigation. Ce pont est difficile à construire aujourd'hui pour des raisons qui sont à la fois liées à l'information statistique disponible et au cadre de réflexion théorique. L'information dont on dispose sur l'organisation, ainsi d'ailleurs que l'information sur l'innovation ou le progrès technologique concerne principalement l'industrie. Par ailleurs, il n'existe pas encore de dispositif harmonisé à un niveau international de recueil de données sur l'organisation. Celui-ci est néanmoins en train de ce mettre en place, autour des réflexions menées à l'OCDE. Enfin, l'information dont on dispose concerne une période temporelle relativement courte, qui ne permet pas encore d'analyser précisément la question de la dynamique des mécanismes à l'œuvre. La constitution progressive d'un système de recueil de données statistiques ouvre de nouvelles possibilités de traitement empirique pour les années à venir.

La réflexion développée par l'économie industrielle sur les mécanismes de la concurrence imparfaite et des relations stratégiques entre les firmes peut servir à élaborer ce pont entre microéconomie et macroéconomie. A un niveau sectoriel, des analyses empiriques ont déjà été conduites pour tenir compte, dans l'estimation des fonctions de production, de tous les éléments qui génèrent une divergence entre

l'approche primale centrée sur les revenus, et l'approche duale, centrée sur les coûts : économie d'échelle, coût d'ajustement, existence de « mark-up ». Ce cadre macro-sectoriel pourrait être étendu, au niveau micro-économique, moyennant une réflexion approfondie sur la spécificité de l'information disponible à ce niveau. Il est aussi possible d'établir de manière systématique des tests au niveau de l'entreprise, et d'autres tests sur des agrégats sectoriels construits à partir de l'information désagrégée.

Enfin, il est aussi important, au fur et à mesure où l'information statistique est construite sur les entreprises, de réfléchir aux agrégats macro-économiques ou macro-sectoriels qui peuvent en découler, pour rendre compte de la dispersion des comportements micro-économiques. On peut prendre pour exemple la réflexion sur le chômage. Certains modèles mettent en avant, comme cause d'un niveau de chômage structurel croissant, les difficultés d'appariement sur le marché du travail. Or, on peut penser que le changement organisationnel, associé aux changements technologiques, transforme la dispersion des caractéristiques des postes offerts sur le marché du travail, ce qui a des conséquences directes sur le niveau du chômage. Les données sur les entreprises peuvent permettre de construire des indicateurs de cette dispersion, qui sont complémentaires aux agrégats macro-économiques ou macro-sectoriels.

BIBLIOGRAPHIE

Acemoglu (1996) : « Changes in Unemployment and Wage Inequality : an Alternative Theory and Some Evidence », *CEPR discussion paper*, N°1459.

Aghion P. et Howitt P. (1992) : « A Model of Growth Trough Creative Destruction », *Econometrica*, Vol. 60, N°2, pp. 323-351.

Aglietta M. (1998) : «Le capitalisme de demain », *Note de la fondation Saint-Simon*, N°101, novembre.

Alchian A. A. (1984): « Specificity, Specialization, and Coalition », *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft Band*, Vol. 140, N°1, Mars, pp. 34-49.

Alchian A. A. et Demsetz H. (1972) : « Production, Information Costs and Economic Organization », *American Economic Review*, Vol. 62, December, pp. 777-795.

Alchian A. A. et Woodward S. (1987) : « Reflections on the Theory of the Firm », *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Vol. 143, pp. 110-136.

Alchian A. A. et Woodward S. (1988) : « The Firm is Dead; Long Live the Firm, A review of Oliver E. Williamson's The Economic Institutions of Capitalism », *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, March, pp. 65-79.

Alter N. (1996) : *Sociologie de l'entreprise et de l'innovation*, Paris, PUF, collection « 1er cycle ».

Amable, B., Guellec, D. (1992), « Les théories de la croissance endogène », *Revue d'Economie Politique*, mai-juin, nº 102(3), p. 314-377.

American Economic Review (1992) : « X-inefficiency after a quarter of a century », Vol. 82, N°2, May, pp. 428-445.

Aoki, M. (1984) : *The Cooperative Game Theory of the Firm*, Oxford : Oxford University Press.

Aoki, M. (1986) : «Horizontal vs. Vertical Information Structure of the Firm », *American Economic Review*, Vol. 76, N°5, December, pp. 971-983.

Aoki, M. (1988) : *Information, Incentives and Bargaining in the Japanese Economy*, Cambridge: Cambridge University Press.

Aoki, M. (1990a) : «The Participatory Generation of Information Rents and the Theory of the Firm », in M. Aoki, B. Gustafsson B. and O. E. Williamson (eds.), *The Firm as a Nexus of Treaties*. Sage Publications, pp. 26-52.

Aoki, M. (1990b) : « Towards an Economic Model of the Japanese Firm », *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, N°1, March, pp. 1-27.

Aoki, M. (1992) : «Non-hierarchical Aspects of the Internal Organization of the Enterprise : a Partial Survey in Comparative Perspective », CEPR publication N°331, Stanford University.

Aoki, M. (1994) : « Sur certains aspects des conventions dans l'entreprise », in *Analyse Economique des conventions*, sous la direction de Orléan A., PUF.

Aquain V., Bué J et Vinck L. (1994) : « L'évolution en deux ans de l'organisation du travail : plus de contraintes mais aussi plus d'autonomie pour les salariés », *Premières synthèses*, DARES, N° 54, juin.

Aquain V., Cézard M., Charraud A. et Vinck L. (1994): «Vingt ans d'évolution des conditions de travail », *Premières synthèses*, DARES, N° 46, mars.

Aquain V., Cézard M., Gollac A. et Vinck L. (1994): « L'usage des nouvelles technologies continue de s'étendre », *Premières synthèses*, DARES, N° 49, mai.

Arrow K. J., (1962) : « The Economic Implications of Learning by Doing », *Review of Economic Studies*, Vol. 29, pp. 155-173.

Arrow K. J., (1965): «Knowledge, Productivity and Practice », *Bulletin SEDEIS*, Etude N°909, Suppl., Vol. 5, pp. 191-200.

Arrow K. J. (1974) : *The limits of Organization*, W. W. Norton & Company, New York, Traduction française (1976) : *Les limites de l'organisation*, PUF.

Arrow K. J. (1985) : «Informational Structure of the Firm », *American Economic Review*, AEA Papers and Proceedings, Vol. 75, N°2, May, pp. 303-307.

Askenazy P. (1998) : « The néo-stakhanovism », Communication au colloque « Technologies de l'Information et des Communications, Emploi et Revenus », Nice, 22 et 23 juin 1998.

Athey S. (1994) : « Monotone Comparative Statics in Stochastic Optimization Problems », Miméo Stanford University.

Athey S. et Schmutzler (1994) : « Information, Coordination, and the Organization of Work », Miméo Stanford University.

Athey S. et Stern S. (1998) : « An Empirical Framework for Testing Theories about Complementarity in organizational Design », *Working Paper du NBER*, N°6600, juin.

Axelrod R. (1984) : *The Evolution of Cooperation*, New York, Basic Books, traduction française, Economica, 1991.

Barjot D. (1998) : «Les missions de productivité et la diffusion de l'influence économique et technologique américaine après la seconde guerre mondiale » (conférence de Caen, 18-20 septembre 1997), Entreprises et histoire, N°19, octobre, pp. 109-112.

Barnard C. I. (1938) : *The Functions of the Executive*, Cambridge, Harvard University Press.

Bartlett F. C., (1932) : *Remembering*, New York : Cambridge University Press.

Becker G. S. (1981) : *Treatise on the Family*, Cambridge, Harvard University Press.

Becker G. S. et Murphy K. M. (1992) : « The Division of Labor, Coordination Costs, and Knowledge », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CVII, N°4, November, pp. 1137-1160.

Beckmann M. J. (1960) : « Some Aspects of Returns to Scale in Business Administration », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 74, August, pp. 464-471.

Beckmann M. J. (1977) : «Management Production Functions and the Theory of the Firm », *Journal of Economic Theory*, Vol. 14, pp. 1-18.

Beckmann M. J. (1985) : *Tinbergen Lectures on Organizational Theory*, Springer-Verlag, seconde édition, 1988.

Bénabou (1996): « Heterogeneity, Stratification and Growth: Macroeconomic Implications of Community Structure and School Finance », *American Economic Review*, Vol. 86, N°3, June, pp.584-609.

Berle A. A. et Means G. C. (1932) : *The Modern Corporation and Private Property*, Macmillan, New-York.

Bikhchandani S., Hirshleifer D., Welch I. (1992) : « A Theory of Fads, Fashions, Custom and Cultural Change as Informational Cascades », Journal of Political Economy, Vol. 100, N°5, pp. 992-1026.

Bishop J. (1993) : «Impacts of School Organization and Signalling on Incentives to Learn in France, Holland, England, Scotland and the United States », Working Paper CAHRS, Cornell University, N°93.

Black et Lynch (1997): «How to Compete: the Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity », *Working Paper du NBER*, N°6120, August.

Blau P. M. (1970) : « The formal theory of differenciation in organizations », *American Sociological Review*, Vol. 35, pp. 201-218.

Blau P. M. et Scott W. R. (1962) : *Formal Organization*, San Francisco, Chandler.

Boltanski L. et Thévenot L. (1987) : *Les économies de la grandeur*, Cahiers du Centre d'études de l'emploi, N°31, PUF.

Bolton P. et Dewatripont M. (1994) : « The Firm as a Communication Network », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CIX, N°4, November, pp. 809-839.

Bouabdallah K., Greenan N. et Villeval M.-C. (1999) : « Le biais technologique : fondements, mesures et tests empiriques », *Revue Française d'Economie*, Vol. XIV, N°1, pp. 171-227.

Boyer R. (1986) : *La théorie de la régulation : une analyse critique*, La Découverte, collection AGALMA, Paris.

Boyer R. (1991) : « New Directions in Management Practices and Work Organization », OECD, Helsinki Conference on «Technological change as a social progress ».

Boyer R. (1993) : « How to Promote Cooperation Within Conflicting and Divided Societies ? Some Thoughts About the Transformation of Industrial Relations in Europe », Contribution to the conference on « Convergence and Divergence in Economic Growth and Technical Change : Maastricht Revisited », University of Limburg, December 10-12 1992.

Boyer R. (1998): Evolution des modèles productifs et hybridation : géographie, histoire et théorie, Document de travail du CEPREMAP, N°9804.

Boyer R. et Durand J.-P. (1998) : *L'après fordisme*, Paris, Editions La Découverte et Syros.

Boyer R. et Freyssenet M. (1995) : « Emergence de nouveaux modèles industriels : problématique et démarche analytique », *Actes du GERPISA réseau international*, N°15, pp. 11-73.

Boyer R., Orléan A. (1993) : « Uncertainty, Reciprocity, Recognition and Competition : Four Factors Influencing Cooperation in Evolutionary Games », Paper prepared for the International Colloquium «Limitation de la rationalité et constitution du collectif », Cerisy, 5-12 juin 1993.

Boyer R. et Saillard Y (Dir.) (1995) : *La théorie de la régulation*, La Découverte, collection « L'Etat des Savoirs », Paris.

Braverman H. (1974) : *Labor and Monopoly Capital : The Degradation of Work in the Twentieth Century*, New York, Monthly Review Press.

Bresnahan T. F., Brynjolfsson E. et Hitt L. M. (1998) : « How do Information Technology and Work Place Organization Affect Labor Demand ? Firm-level Evidence », Miméo, août.

Brooke G. (1991) : « Information Technology and Productivity: an Economic Analysis of Product Differenciation, Ph. D. dissertation, University of Minnesota.

Brousseau E. (1993) : *L'économie des contrats, Technologies de l'information et coordination interentreprises*, Paris, PUF, collection Economie et liberté.

Brynjolfsson et Hitt (1997a) : « Information Technology, Organization and Productivity: Micro Evidence », Miméo MIT Sloan School, Cambridge, January.

Brynjolfsson et Hitt (1997b) : « Information Technology and Organizational Design: Evidence from Micro Data », Miméo Wharton School, University of Pennsylvania, October.

Bué J., Cristofari M. F., Gollac M. (1992) : « Technique et Organisation du travail, résultats de l'enquête de 1987 », *Collection des rapports Travail-Emploi*, SES Ministère du travail, novembre.

Bultel J. (1984) : « Flexibilité de production et rentabilité des investissements, l'exemple de la robotisation de l'assemblage tôlerie en soudage par points », *Revue d'Economie Industrielle*, n°26, 4ème trimestre, pp.1-13.

Button K. J. et Weyman-Jones T. G. (1992) : « Ownership Structure, Institutional Organization and Measured X-Efficiency », American economic review, Vol. 82, N°2, May, pp.439-445.

Caby L., De Coninck F., Dubois P., Gollac M., Greenan N., Mairesse J., Moisdon J.-C. Rallet A. et Vickery G. (1999) : « Mesurer les liens entre informatisation, organisation et performances : un projet d'enquête », in Foray D. et Mairesse J. (dir.), *Innovation et performances, approches interdisciplinaires*, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes et Sciences Sociales, pp. 171-189.

Caby L., Greenan N, Gueissaz A. et Rallet A. (1999) : « Quelques propositions pour une modélisation », in Foray D. et Mairesse J. (dir.), *Innovation et performances, approches interdisciplinaires*, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes et Sciences Sociales, pp. 131-169.

Cahier travail et emploi (1995) : *L'usage des méthodes statistiques dans l'étude du travail*, Journée-débat du 19 janvier 1994, La Documentation Française, avril.

Capdevielle P., F. Héran (1988) : « Automatisation et restructuration des activités dans la production », in *Ouvriers qualifiés, maîtrise et techniciens de*

production dans les industries en cours d'automatisation, Volume II, collection des études du CEREQ, pp. 11-47.

Calvo G. A. et Wellisz S. (1978) : « Supervision, Loss of Control, and the Optimum Size of the Firm », *Journal of Political Economy*, Vol. 86, N°5, pp. 943-952.

Calvo G. A. et Wellisz S. (1979) : « Hierarchy, Ability and Income Distribution », *Journal of Political Economy*, Vol. 87, N°5, pp.991-1010.

Camacho A. et Persky J. J. (1988) : « The Internal Organization of Complex Teams », *Journal of Economic Behavior and Organization*, N°9, pp. 367-380.

Cappelli P., Bassi, L., Katz H., Knoke D., Osterman P. et Useem M. (1997) : *Change at Work*, Oxford, Oxford University Press.

Card D. et Krueger A. (1992) : « Does School Quality Matter ? Returns to Education and the Characteristics of Public Schools in the United States », *Journal of Political Economy*, Vol. C, N°1, pp. 1-40.

Carmichael H. L. et MacLeod W. B. (1993) : « Multiskilling, Technical Change and the Japanese Firm », *Economic Journal*, N°103, pp. 142-160.

Caroli E., Greenan N. et Guellec D. (1997) : « Organisational Change and Human Capital Accumulation », Document de travail du CEPREMAP, N°9719, décembre.

Caroli E. et Van Reenen J. (1999) : « Skill Biased Organizational Change ? Evidence from a panel of British and French Establishments », document de travail du CEPREMAP, N°9917.

Carter M. J. (1995) : « Information and the Division of labour : Implications for the Firm's Choice of Organisation », *Economic Journal*, N°105, March, pp. 385-397.

Cézard M., Dussert F. et Gollac M. (1992): « Taylor va au marché: organisation du travail et informatique », *Travail et Emploi*, N°51, p. 4-18.

Cézard M., Dussert F., Gollac M. (1993a) : «Conditions, organisation du travail et nouvelles technologies en 1991 », *Dossier statistique de travail et de l'emploi*, 3ème enquête sur les conditions de travail, mars 1991, DARES, Ministère du travail.

Cézard M., Dussert F. et Gollac M. (1993b): « Les changements dans l'organisation du travail », in Dussert F. et Vinck L. : *Conditions, organisation du travail et nouvelles technologies en 1991*, DARES-Masson, pp. 171-174.

Cette G. et Joly P. (1984) : « La productivité industrielle en crise : une interprétation », *Economie et statistique*, N°166, pp. 3-24.

Chandler A. D. (1962) : *Strategy and Structure, Chapters in the History of the American Industrial enterprise*, Cambridge, MIT press, traduction française, Stratégies et Structures de l'Entreprise, Editions de l'organisation, 1989.

Chandler A. D. (1979) : *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.

Chandler A. D. (1990) : *Scale and Scope : The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.

Chandler, A. D. (1992a) : « Organizational Capabilities and the Economic History of the Industrial Enterprise », *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 6 n° 3, pp. 79-100.

Chandler, A. D. (1992b) : «What is a Firm: a Historical Perspective », *European Economic Review*, Vol. 36, pp. 483-994.

Coase R. H. (1937) : « The Nature of the Firm », *Economica*, vol. 4, p.386-405; traduction française : *Revue Française d'Économie*, 1987, Vol.. II, N° 1, pp. 133-163.

Coase R. H. (1991) : « The Nature of the Firm : Origin, Meaning, Influence », in *The Nature of the Firm : Origin, Evolution and Development*, O. E. Williamson and S. G. Winter eds, Oxford University Press.

Coase R. H. (1992) : « The Institutional Structure of Production », *American Economic Review*, Vol. 82, N°4, pp. 713-719.

Coleman J. et alii (1966) : *Equality of Educational Opportunity*, Washington DC: Government Printing Office.

Commissariat Général du Plan (1992) : *France : le choix de la performance globale*, Commission «Compétitivité Française » présidée par Jean Gandois, préparation du XIe Plan. La documentation Francaise.

Coninck de F. (1991): « Evolutions post-tayloriennes et nouveaux clivages sociaux », *Travail et Emploi*, N°49, septembre, pp. 20-30.

Conlisk J. (1996) : « Why Bounded Rationality? », *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIV, June, pp. 669-700.

Coriat B. (1991): *Penser à l'envers, travail et organisation dans la firme japonaise*, éd. C. Bourgeois.

Coriat B. et Weinstein O. (1995) : *Les nouvelles théories de l'entreprise*, Le livre de poche, collection références, Paris.

Coutrot T. (1995) : « Gestion de l'emploi et organisation du travail dans les entreprises innovantes : une approche statistique des pratiques d'établissements », *Premières synthèses*, n°84, 18 avril.

Coutrot T. (1996) : « Relations sociales et performances économiques, une première analyse empirique du cas français », *Travail et Emploi*, N°66, pp. 39-58.

Coutrot T. (1998) : *L'entreprise néo-libérale, nouvelle utopie capitaliste*, Paris, La découverte.

Coutrot T. et Paraire J.-L. (1994) : « Le développement récent des politiques de motivation des salariés », *Premières synthèses*, N°47, 18 avril.

Crémer J. (1986) : « Cooperation in Ongoing Organizations », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CI, N°1, Février, pp. 33-49.

Crémer, J. (1980) : « A Partial Theory of the Optimal Organization », *Bell Journal of Economics*, Vol. 11, pp. 683-693.

Crémer, J. (1990) : « Common Knowledge and the Co-ordination of Economic Activities », in M. Aoki, B. Gustafsson and O. E. Williamson (eds), *The Firm as a Nexus of Treaties*, Sage Publications, pp. 53-76.

Crémer, J. (1993), «Corporate Culture and Shared Knowledge », *Industrial and Corporate Change*, Vol 2., N°3, p. 351-387.

Crépon B., Mairesse J. (1994), « Productivité, recherche-développement et qualifications », *INSEE Méthodes*, N°37-38.

Crifo-Tillet P. et Villeval Marie-Claire (1998) : « Skill Supply, Organizational Change and Wage Inequality », Communication au Workshop on Structural Change and Employment, Amsterdam, 30-31 ortobre.

CSERC (1995) : *Inégalités d'emploi et de revenu – Mise en perspective et nouveaux défis*, Paris, La Découverte.

CSERC (1996) : *Inégalités d'emploi et de revenu – Les années 1990*, Paris, La documentation Française.

Cyert R. M. et March J. G. (1963) : *A Behavioral Theory of The Firm*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

David P. (1990) : « The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox », *American Economic Review Papers and Procedings*, pp. 355-361.

Davis S. J., Haltiwanger J. (1992) : « Gross Job Creation, Gross Job Destruction, and employment reallocation », *The Quarterly Journal of Economics*, August, pp. 819-863.

Dejours C. (1998) : *Souffrance en France : La banalisation de l'injustice sociale*, Editions du Seuil, Collection l'histoire immédiate.

Demsetz H. (1988) : « The Theory of the firm Revisited », *Journal of Law, Economics and Organization*, Vol. 4, pp. 141-162.

Demsetz H. (1997) : « The Firm in Economic Theory, a Quiet Revolution », *American Economic Review*, AEA Papers and Proceedings, Vol. 87, N° 2, May, pp.426-429.

DEP (1996) : *L'état de l'école*, N°6.

DEP (1997) : *Repères et références statistiques*, Paris.

Dixit A. K. and J.E. Stiglitz (1977), «Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity », *American Economic Review*, juin, Vol. 67, pp. 297-308.

Donaldson L. (1985) : *In Defense of Organizational Theory: A Reply to Critics*, Cambridge, Cambridge University Press.

Donaldson L. (1995): *American Anti-Management Theories of Organization : A Critique of Paradigm Proliferation*, Cambridge, Cambridge University Press.

Dosi G. (1988) : « Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation », *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, septembre, pp. 1120-1171.

Dosi G., Teece D. et Winter S. (1990) : «Les frontières de l'entreprise : vers une théorie de la cohérence de la grande entreprise », *Revue d'Économie Industrielle*, N°51, pp. 238-254.

Dosi G. et Marengo L. (1994) : « Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competence », in R. W. Englander, *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*, Ann Arbor, University of Michigan Press.

Downs A. (1966) : *Bureaucratic Structures and Decision Making*, Santa Monica, California : Rand, march.

Ekos Research Associates Inc. (1998): «Utilisation des données de l'ELTE dans l'étude des changements organisationnels, rapport final », présenté à Garnett Picot, février.

Eliasson G. (1990) : «The Firm as a Competent Team », *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 13, pp. 275-298.

Eymard-Duvernay F. (1987) : « Les entreprises et leurs modèles », in *Entreprises et produits*, Cahier du Centre d'Etudes de l'Emploi, N°30, PUF.

Eymard-Duvernay F. (1990) : «L'entreprise comme dispositif de coordination », Avril, Miméo Centre d'Etudes de l'Emploi.

Eymard-Duvernay F., Boisard P., Letablier M.-T. , Gorgeu A., Mathieu R., Weisz R., Ourault B., Rérat F., Dodier N. (1987) : *Entreprises et produits*, Cahier du Centre d'Etudes de l'Emploi, N°30, PUF.

Farrell M. J. (1957) : «The Measurement of Productive Efficiency », *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, Vol. 120, N° 3, pp. 251-290.

Favereau O. (1989) : « Marchés internes, marchés externes », *Revue Economique*, N°2, pp. 273-328.

Fayol H. (1916) : *Administration Générale et Industrielle*, réédition, Paris, Dunod 1979.

Fernex A. (1998) : «Intensité du travail, définition, mesure, évolutions. Premiers repérages », *Etudes et recherches de l'ISERES*, N° 169, février.

Foray D. et Mairesse J. (dir.) (1999) : *Innovation et performances, approches interdisciplinaires*, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes et Sciences Sociales.

Foss N. J. (1994) : « Why Transaction Cost Economics Needs Evolutionary Economics », *Revue d'Economie Industrielle*, N° 68, 2e trimestre, pp. 7-26.

Fréchou H., Greenan N. (1995) : « L'organisation de la production dans l'industrie : des changements profonds », *Le 4 pages des statistiques industrielles*, N°43, janvier.

Fudenberg D., Tirole J. (1989) : «Noncooperative Game Theory for Industrial Organization: An Introduction and Overview », in Schmalensee R. et. Willig (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1. Amsterdam: North-Holland, pp. 259-327.

Galbraith J. (1973) : *Designing Complex Organizations*, Reading, Massachussets, Addison – Wesley.

Geanakoplos J. (1992) : « Common knowledge », *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 6, N°4, Fall, pp.53-82.

Geanakoplos J. et Milgrom P. (1991) : « A Theory of Hierarchies Based on Limited Managerial Attention », *Journal of the Japanese and International Economies*, N°5, pp. 205-225.

Gerwin D., J-C Tarondeau (1984). « La flexibilité dans les processus de production : le cas de l'automobile », *Revue Française de Gestion*, août, pp.37-46.

Gerwin D., J-C Tarondeau (1986). «L'usine réinventée », *Revue Française de Gestion*, n°56-57, mars-avril, pp.150-156.

Gjerding A. N. (1996) : « Organizational Innovation in the Danish Private Business Sector », *DRUID Working Paper*, N°96-16.

Gollac M. (1989) : « Les dimensions de l'organisation du travail : communication, autorité, pouvoir hiérarchique », *Economie et Statistique*, N°224, septembre, pp. 45-53.

Gollac M. (1995), « Donner un sens aux données : l'exemple des enquêtes statistiques sur les conditions de travail », *Dossier du Centre d'Etudes de l'Emploi*, nouvelle série, N°3.

Gollac M. (1998) : *A marches forcées ? contribution à l'étude des changements du travail*, document de synthèse en vue d'une habilitation à diriger des recherches auprès de l'Université de Paris 8, sous la direction de J-C Combessie.

Gollac M. et Volkoff S. (1996) : « Citius, altius, fortius : l'intensification du travail », *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, N°114, septembre, pp. 54-67.

Gordon D. (1990) : «Who bosses whom? The Intensity of Supervision and the Discipline of Labor », *American Economic Review*, Vol. 80, N°2, mai, pp. 28-32.

Gorgeu A. et Mathieu R. (1995) : « Recrutement et production au plus juste : les nouvelles usines d'équipement automobile en France », *Dossier du Centre d'Etudes de l'Emploi*, N°7, nouvelle série.

Gouvernement du Canada et OCDE (1997) : *Les stratégies relatives au milieu de travail en évolution : Améliorer les résultats pour les entreprises, les travailleurs et la société.* Rapport sur la conférence internationale organisée par le gouvernement du Canada et l'OCDE à Ottawa, 2 et 3 décembre 1996.

Granovetter M. (1985) : « Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness », *American Journal of Sociology*, Vol. 91, N°3, pp. 481-510.

Greenan N. (1990) : *La diffusion du juste-à-temps dans les entreprises françaises: d'une approche descriptive à une perspective économétrique s'appuyant sur la théorie des stocks*, Mémoire de DEA, EHESS, sous la direction de Robert Boyer.

Greenan N. (1994) : « L'organisation du travail dans les PMI se distingue-t-elle de celle des grandes entreprises ? », *Economie et Statistique*, N°271-272, p. 87-103.

Greenan N. (1995) : « La représentation et la mesure de l'organisation de la production dans l'approche économique », *Cahier travail et emploi : L'usage des méthodes statistiques dans l'étude du travail, journée-débat du 19 janvier 1994*, La Documentation Française, avril, p. 227-249.

Greenan N. (1996a) : « Innovation technologique, changements organisationnels et évolution des compétences : une étude empirique sur l'industrie manufacturière », *Economie et statistique*, N°298, pp.15-33.

Greenan N. (1996b) : «Progrès techniques et changements organisationnels : leur impact sur l'emploi et les qualifications », *Economie et Statistique*, N° 298, pp. 35-44.

Greenan N. (1999) : « Technologies de l'information et de la communication, productivité et emploi : deux paradoxes », in Brousseau et Rallet (Dir.), *Technologies de l'information, organisation et performances économiques*, Rapport du Commissariat Général du Plan.

Greenan N. et Guellec D. (1994a) : « Coordination within the firm and endogenous growth », *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, Number 1, p. 176-197.

Greenan N. et Guellec D. (1994b) : « Organisation du travail, technologies et performances : une étude empirique », *Economie et Prévision*, n°113-114, p. 39-56.

Greenan N. et Guellec D. (1994c) : «L'innovation organisationnelle, complément de l'innovation technologique », *les chiffres clés de l'innovation*, SESSI, pp. 49-54.

Greenan N. et Guellec D. (1996a) : « Les théories coopératives de la firme », Document de travail de la Direction des Études et Synthèses Économiques de l'INSEE, N°G9607, novembre. Version étendue, miméo INSEE, novembre 1994.

Greenan N. et Guellec D. (1996b) «Technological Innovation and Employment Reallocation », Document de travail de la Direction des Etudes et Synthèse Economiques de l'INSEE, N°G9608.

Greenan N. et Guellec D. (1998) : « Firm Organization, Technology and Performance: an Empirical Study », *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 6, pp. 313-347.

Greenan N., Guellec D., Broussaudier G. et Miotti L. (1993) : « Innovation organisationnelle, dynamisme technologique et performance des entreprises », document de travail de la Direction des Etudes et Synthèses Economiques de l'INSEE, N°9304, avril.

Greenan N., L'Horty Y. et Mairesse J. (Eds) (2000) : The Puzzling Relations between Computers and the Economy, a paraître aux MIT press.

Greenan N. et Mairesse J. (1996) : « Computers and Productivity in France : Some Evidence », *NBER Working Paper* N°5836, November. A paraître en 2000 dans *Information Technology and the Productivity Paradox*, David P. A. et Steinmuller E. W. (Eds), London, Harwood Academic Publishers, pp. 141-167. A paraître aussi dans *Economics of Information and New Technologies* en 2000.

Greenan N. et Mairesse J. (1999) : « Organizational Change in French Manufacturing : What Do We Learn From Firm Representatives and From Their Employees ? », *NBER Working Paper* N°7285, August.

Greenan N et Mangematin V. (1999) : « Autour du paradoxe de la productivité », in Foray D. et Mairesse J. (dir.), *Innovation et performances, approches interdisciplinaires*, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes et Sciences Sociales, pp. 43-75.

Griliches Z (1979) : « Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth », *Bell Journal of Economics*, Vol. 10 N°1, pp. 92-116.

Grossman S. et Hart O. (1986) : « The Cost and Benefits of Ownership : A Theory of Vertical and Lateral Integration », *Journal of Political Economy*, Vol. 94, pp. 691-719.

Guellec D. (Dir.) (1993) : « Innovation et compétitivité », INSEE-Economica, Paris.

Guellec D. (1999): « A la recherche du tant perdu », *Revue Française d'Economie*, Vol. XIV, N°1, hiver.

Gulick L. et Urwick L. (eds) (1937) : *Papers on the Science of Administration*, New York, Institute of Public Administration.

Hall R. W. (1989) : *L'excellence industrielle : Juste-à-temps, Qualité totale, Implication totale des hommes*, InterEditions, traduction française de S. Brun-Jadot.

Hannan M. T. et Freeman J. (1977) : « The Population Ecology of Organization », *American Journal of Sociology*, N°83, pp. 929-964.

Hannan M. T. et Freeman J. (1989) : *Organizational Ecology*, Cambridge, Harvard University Press.

Harbison F. (1956) : « Entrepreneurial Organization as a Factor in Economic Development », *Quarterly Journal of Economics*, N°70, August, pp. 364-379.

Harrison M. A. (1965) : *Introduction to Switching and Automata* Theory, New York : MacGraw-Hill.

Hayek (1945) : « The Use of Knowledge in Society », *American Economic Review*, Vol. 35, N°4, pp. 519-530, traduction française, Revue Française d'Economie, automne 1986.

Hoch I. (1962) : « Estimation of Production Function Parameters Combining Time-Series and Cross-Section Data », *Econometrica*, Vol. 30, pp. 34-53.

Holmstrom B. (1982) : «Moral Hazard in Teams », *Bell Journal of Economics*, Vol. 13, pp. 324-340.

Holmstrom B. et Milgrom P. (1991) : « Multitask Principal-Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design », *Journal of Law, Economics and Organization*, Vol. 7, pp. 24-52.

Holmstrom B. et Milgrom P. (1994) : « The Firm as an Incentive System », *American Economic Review*, Vol. 84, pp. 972-991.

Holmstrom B. et Tirole J. (1989) : « The theory of the Firm », in Schmalensee R. et. Willig (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1. Amsterdam: North-Holland, pp. 61-128.

Ichniowski C., Shaw K. et Prennushi G. (1997) : « The Effects of Human Resource Management Practices on Productivity: A Study of Steel Finishing Lines », *American Economic Review*, Vol. 87, N°3, June, pp.291-341.

Itoh H. (1991) : «Incentives to Help in Multi-Agent Situations », *Econometrica*, Vol. 59, N°3, May, pp. 611-636.

Itoh H. (1992) : « Cooperation in Hierarchical Organization: An Incentive Perspective », *Journal of Law, Economics and Organization*, Vol. 8, N°2, pp. 321-345.

Itoh (1994) : « Job Design, Delegation and Cooperation: a Principal-Agent Analysis », *European Economic Review*, N°38, pp. 691-700.

Kagono T., Nonaka T., Sakakibara K. et Okumura A. (1985) : *Strategic vs. Evolutionary management: A U.S.-Japan Comparison of Strategy and Organization*, North-Holland, Amsterdam.

Kalika M. (1988) : *Structures d'Entreprises : réalités, déterminants, performances*, Paris, Economica, collection Gestion.

Kennedy P. W. (1994) : « Information Processing and Organization Design », *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 25, pp. 37-51.

Keren M. et Levhari D. (1979) : « The Optimal Span of Control in a Pure Hierarchy », *Management Science*, Vol. 25, November, pp. 1162-1172.

Keren M. et Levhari D. (1983) : « The Internal Organization of the Firm and the Shape of Average Costs », *Bell Journal of Economics*, N°14, pp. 474-486.

Keren M. et Levhari D. (1989) : « Decentralization, Aggregation, control Loss and Costs in a Hierarchical Model of the Firm », *Journal of Economic Behavior and Organization*, N°11, pp. 213-236.

Kern H., Schumann M. (1989) : *La fin de la division du travail*, Paris, Maison de Sciences de l'Homme

Kilby P. (1962) : « Organization and Productivity in Backwards Economies », *Quarterly Journal of Economics*, 76, May, pp. 303-310.

Klévorick A., Rothschild M. et Winship C. (1984) : « Information Processing and Jury decision making », *Journal of public Economic*, Vol. 23, pp. 245-278.

Knight F. (1921) : *Risk, Uncertainty and Profit, Boston*, Houghton Mifflin.

Kofman F. et Lawarrée J. (1993) : « Collusion in Hierarchical Agency », *Econometrica*, Vol. 61, N°3, May, pp. 629-656.

Kogut B. (1998): « The Large Firm in France », *Entreprises et histoire*, N°19, octobre, pp.113-151.

Kramarz (1986) : « Conditions de travail et gestion de la main d'œuvre ouvrière », *Economie et statistique*, N°186, mars, pp. 31-45.

Kremer M. (1993) : « The O-Ring Theory Of Economic development », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CVIII, N°3, August, pp. 551-575.

Kremer M. et Maskin E. (1996) : « Wage inequality and segregation by Skills », *NBER Working Paper*, N°5718, August.

Kreps D. M. (1990) : « Corporate Culture and Economic Theory », in J. E. Alt and K. A. Shepsle (eds.), *Perspectives on Positive Political Economy*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 90-143.

Kreps D., Milgrom P., Roberts J. et Wilson R. (1982) : « Symposium on Finitely Repeated Models of Reputation », *Journal of Economic Theory*, pp. 245-312.

Krugman P. (1980), « Scale Economies, Product Differentiation and the Pattern of Trade », *American Economic Review*, vol. 70, pp. 950-959.

Langlois R. N. et Foss, N. J. (1997) : « Capabilities and Governance: the Rebirth of Production in the Theory of Economic Organization », DRUID Working Paper, N°97-2.

Laurence P. R. et Lorsch J. W. (1967) : *Organization and Environment : Managing Differentiation and Integration*, Boston, Gradual School of Business Administration, Harvard University.

Laville F. (1998) : « Modélisation de la rationalité: de quels outils dispose-t-on ? », *Revue économique*, Vol. 49, N°2, pp. 335-364

Leibenstein H. (1966) : « Allocative Efficiency VS. "X-Efficiency" », *American Economic Review*, Vol. 56, June, pp. 392-415.

Leibenstein H. (1977) : « X-efficiency, Technical Efficiency and Incomplete Information Use: A Comment », *Economic of development and Cultural change*, Vol. 25, January, pp. 311-316.

Leibenstein H. (1979) : « A Branch of Economics is Missing : Micro-Micro », *Journal of Economic Literature*, Vol. 17, June, pp. 477-502.

Leibenstein H. et Maital S. (1992) : « Empirical Estimation and Partitioning of X-Inefficiency: A Data Envelopment Approach », *American Economic Review*, Vol. 82 N° 2, May, pp. 428-433.

Lhuillerie S. (1997) : « Les enquêtes nationales sur le changement organisationnel », Miméo ANVAR, novembre.

Levine D. et Tyson L D'A. (1990) : « Participation, Productivity and the Firm's Environment », in Paying for Productivity, ed. Alan Blinder. Washington D.C., Brooking institution, pp. 183-237.

Lidvan P. et Girault-Lidvan N. (1999) : « Le coût du travail : nouvelles perspectives en psychologie de la santé », *La lettre du Centre d'Etudes de l'Emploi*, N°58, juin 1999.

Lindbeck A. et Snower D. J. (1996) : « Reorganization of Firms and Labor-Market Inequality », *American Economic Review*, AEA Papers and Proceedings, Vol. 86, N°2, May, pp. 315-321.

Linhart D. (1991) : *Le torticolis de l'autruche, l'éternelle modernisation des entreprises françaises*, Editions du Seuil.

Louche C. et Maurel P. (1992): «Complexité, structure et approche contingente des organisations », *Economie et Sociétés*, Série Sciences de Gestion, SG N°18, juillet, pp. 161-173.

Lorino P. (1987) : « Les systèmes socio-économiques : une nouvelle micro-économie ? », *Revue d'Economie Industrielle*, N°42, 4e trimestre, pp. 31-47.

Lucas, R. E. Jr. (1978) : « On the Size Distribution of Business Firms », *Bell Journal of Economics*, Vol. 9, pp. 508-523.

Machin S. (1996) : « Wage Inequality in the UK », *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 12, N°1, pp.551-575.

Malcomson J. M. (1984) : « Efficient Labour Organization : Incentives, Power and the Transaction Cost Approach », in Stephen F. H. (Ed), *Firms,*

Organization and Labour : Approaches to the Economics of Work Organization, London, Macmillan.

Mairesse J et Foray D. (dir.) (1999) : *Innovations et performances : approches interdisciplinaires*, Editions de l'EHESS.

Mairesse J. et Greenan N. (1999) : « Using Employee Level Data in a Firm Level Econometric Study », *NBER Working Paper* , N°7028, March, publié en 1999 dans *The Creation and Analysis of Employer-Employee Matched Data*, Haltiwanger J. C., Lane J. I., Spletzer J. J.M., Troske K. R. (Eds), North Holland, Elsevier, Amsterdam, pp. 489-512.

Mairesse J., Sassenou M.(1989) : « Les facteurs qualitatifs de la productivité : un essai d'évaluation », *Economie et Prévision* n°36, pp. 35-42.

Mairesse J., Mohnen P. (1991), «Recherche-Développement et productivité», *Economie et Statistique*, n°237-238, pp.99-108.

March J. G. (1978) : «Bounded Rationality, Ambiguity and the Engineering of Choice », *Bell Journal of Economics*, N°9, Autumn, pp. 587-608.

March J. G. et Simon H. A. (1958) : *Organizations*, New York, Wiley, 2e édition, 1993, Cambridge, Blackwell.

Marglin S. A. (1974) : « What Do Bosses Do ? : The Origins and Functions of Hierarchy in Capitalist Production », *Review of Radical Political Economy*, Summer, Vol. 6, N°2, pp.60-112.

Marglin S. A. (1984) : « Knowledge and Power », in Stephen F. H. (Ed), *Firms, Organization and Labour : Approaches to the Economics of Work Organization*, London, Macmillan

Marschak J. (1955) : « Elements For a Theory of Teams », *Management Science*, 1, pp. 127-137.

Marschak T. A. (1986) : « Organization Design », in Arrow K. J. et Intriligator M. D. (eds) *Handbook of Mathematical Economics*, Vol. 3, Elsevier Science Publisher B. V. (North Holland), pp. 1359-1440.

Marschak, J. et Radner, R. (1972) : *Economic Theory of Teams.* New Haven, Yale University Press.

Marx K. (1867) : *Le capital, livre premier*, Édition française : Éditions sociales, 1977, trad. J. Roy, Paris.

McGuire C. B. et Radner R. (eds) (1972) : *Decision and Organization, a Volume in Honor of Jacob Marschak*, North Holland Publishing Company.

Mefford, R. N. (1986) « Introducing Management into the Production Function », *Review of Economics and Statistics*, Vol. LXVIII, N°1, pp. 96-104.

Ménard C. (1993) : « Comportement rationnel et coopération : le dilemme organisationnel », Miméo, Université de Paris I.

Mesarovic M. D., Macko D. et Takahara Y. (1970) *: Theory of Hierarchical, Multilevel Systems*, traduit en Français par J. Eugene, sous le titre *Théorie des systèmes hiérarchiques à niveaux multiples*, 1980, Paris, Economica.

Meyer M. A. (1994) : « The Dynamics of Learning with Team Production : Implications for Task Assignment », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CIX, N°4, pp. 1157-1184.

Milgrom P. et Roberts J. (1988) : « Communication and Inventory as Substitutes in Organizing production », *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 90, N°3, pp. 275-289.

Milgrom P. et Roberts J. (1990) : « The Economic of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization », *American Economic Review*, Vol. 80, N°3, June, pp. 511-528.

Milgrom P. et Roberts J. (1992) : *Economics, Organization and Management*, Englewood Cliffs, Prentice Hall International.

Milgrom P. et Roberts J. (1996) : « The LeChatelier Principle», American Economics Review, mars,

Milgrom P. et Shannon C. (1994) : « Monotone Comparative Statics », *Econometrica*, janvier, Vol. 62, N°1, pp. 157-180.

Miller D. et Friesen P. H. (1984) : *Organizations : A Quantum View*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

Miller K. et Monge P. (1986) : «Participation, Satisfaction and Productivity: A Meta-Analytic Review », *Academy of Management Journal*, N°29, December, pp.727-753.

Mintzberg H. (1981) : *The Structuring of Organization: a Synthesis of the Research*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, traduction française par P.

Romelaer, *Structure et Dynamique des Organisations*, Paris, Editions de l'Organisation, 1982.

Moatty F. (1994) : « Comment les salariés reçoivent-ils leurs instructions de travail, Canaux de communication et formalisation des organisations », *Dossier du Centre d'Etude de l'Emploi*, N°2, nouvelle série.

Moatty F. (1995) : « Les communications de travail : comment et avec qui ? », *Lettre du Centre d'Etude de l'Emploi*, N°39.

Moatty F. (1999) : « Société de l'information, renouvellement des générations et précarité », *4 pages du Centre d'Etudes de l'Emploi*, N°32, mars.

Modigliani F. et Miller M. (1958) : «The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment », *American Economic Review*, Vol. 48, pp. 261-297.

Mundlack Y. (1961) : : « Empirical Production Function Free of Management Bias », *Journal of Farm Economics*, Vol. 43, p. 44-56.

Nelson R. R. et Winter S. G. (1982) : *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.

Nelson R. R. (1991) : « Why Do Firms Differ, and How Does It Matter ?», *Strategic management Journal*, Vol. 12, pp. 61-74.

Nelson R. R. (1995) : « Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change », *Journal of Economic literature*, Vol. XXXIII, March, pp. 48-90.

NUTEK (1996): *Towards Flexible Organizations*, NUTEK, B 1996:6,Sweeden.

OCDE (1989) : *L'action des pouvoirs publics et la diffusion de la microélectronique*. Paris.

OCDE (1991) : *Technologie et Productivité.* Paris.

OCDE (1999) : « Les nouvelles modalités de travail et leurs conséquences pour le marché du travail », in *Perspectives de l'emploi de l'OCDE*, Chapitre IV, juin.

Ohno T. (1990): *L'esprit Toyota*, Masson, Paris, traduction française.

Osterman P. (1994) : « How Common is Workplace Transformation and Who Adopts It », *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 47, N°2, January, pp. 173-184.

Otani K. (1996) : « A Human Capital Approach to Entrepreneurial Capacity », *Economica*, Vol. 63, pp. 273-289.

Page J. M. Jr, «Technical Efficiency and Economic Performance : Some Evidence from Ghana», *Oxford Economic Papers*, Vol. 32, pp. 319-339.

Parkinson D. F. (1955) : « Parkinson's Law », *The Economist*, N°19, November, pp. 635-637.

Penrose E. T. (1959) : *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford, Basic Blackwell.

Piore M. J. et Sabel C. F. (1984): *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*, New York, Basic Books, traduction française par L. Boussard: *Les chemins de la prospérité : de la production de masse à la spécialisation souple*, Hachette, collection « Mutations », 1989.

Prescott E. C. et Visscher M. (1980) : « Organizational Capital », *Journal of Political Economy*, Vol. 88, N°3, pp. 446-461.

Pugh D. S., Hickson D. J., Hinings D. J. et Turner C. (1968) : «Dimensions of Organization Structure », *Administrative Science Quarterly*, Vol. 13, pp. 65-105.

Pugh D. S., Hickson D. J., Hinings D. J. et Turner C. (1969a) : « The Context of Organization Structures », *Administrative Science Quarterly*, Vol. 14, N°1, pp. 91-114.

Pugh D. S., Hickson D. J., Hinings D. J. et Turner C. (1969b) : «An Empirical Taxonomy of Structures of Work Organization », *Administrative Science Quarterly*, Vol. 14, N°1, pp. 115-126.

Radner R. (1980) : « Collusive Behavior in Non-cooperative Epsilon-Equilibria of Oligopolies with Long but Finite Lines. », *Journal of Economic Theory*, Vol. XXII, pp. 136-154.

Radner R. (1986) : « The Internal Economy of Large Firms », *Economic Journal*, Vol. 96, Supplement, pp. 1-22.

Radner R. (1992) : « Hierarchy: The Economics of Managing », *Journal of Economic literature*, Vol. XXX, September, pp. 1382-1415.

Radner R. et Van Zandt T. (1992) : « Information processing in Firms and returns to Scale », *Annales d'Economie et de Statistique*, N°25/26, pp. 265-298.

Radner R. (1993) : « The Organization of Decentralized Information Processing », *Econometrica*, Vol. 61 N°5, September, pp. 1109-1146.

Rebitzer J. B. (1993): «Radical Political Economy and the Economics of Labor Markets », *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXI N°3, September, pp.1394-1434.

Romer P. (1990) : « Endogenous Technical Change », *Journal of Political Economy*, N°98, Special Issue, pp. 71-102.

Rosen S. (1981) : «The Economics of Superstars », *American Economic Review*, Vol. LXXI, pp. 845-858.

Rosen S. (1982) : «Authority, Control and the Distribution of Earnings », *Bell Journal of Economics*, Vol. 13, N°2, pp. 311-323.

Riboud A. (1987) : *Modernisation mode d'emploi*, Edition 10/18.

Sah R. (1991) : « Fallibility in Human Organizations and Political Systems », *Journal of Economic perspective*, Vol. 5, N°2, Spring, pp. 67-88.

Sah R. K. et Stiglitz J. E. (1985) : « Human Fallibility and economic Organization », *American Economic Review*, *AEA Papers and proceedings*, Vol. 75, N°2, May, pp. 292-297.

Sah R. K. et Stiglitz J. E. (1986) : « The Architecture of Economic Systems: Hierarchies and Polyarchies », *American Economic Review*, Vol. 76, N°4, September, pp. 719-727.

Sah R. K. et Stiglitz J. E. (1988) : « Committees, Hierarchies and Polyarchies », *Economic Journal*, N°98, June, pp. 451-470.

Sah R. K. et Stiglitz J. E. (1991) : « The Quality of Managers », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CVI, N°1, February, pp. 289-295.

Salais (1992): « Modernisation des entreprises et fonds national de l'emploi: une analyse en terme de mondes de production », *Travail et emploi*, N°51, pp. 49-68.

Salais R. et Storper M. (1992): « The four "worlds" of contemporary industry », *Cambridge Journal of Economics*, Vol.16, pp.161-1993.

Salais R. et Storper M. (1994) : *Les mondes de production*, Paris, Editions de l'EHESS.

Sattinger (1993) : « Assignment Models of the Distribution of Earnings », *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXI, pp. 831-880.

Schmalensee R. et Willig R. eds. (1989) : *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1. Amsterdam, North-Holland.

Schwartz J. T. (1980) : « Ultracomputers », *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, October, Vol. 2, N°2, pp. 484-521.

Scott W. R. (1987) : *Organizations : Rational, Natural and Open Systems*, 3e édition, Englewood Cliffs, Prentice Hall.

Sevestre (1990): « Qualification de la main d'œuvre et productivité du travail », *Economie et Statistique*, n°237-238, pp. 109-120.

Shaw K. (2000) : « By What Means Does Information Technology Affect Employment and Wages? The Value of IT, HRM Practices and Knowledge Capital », in Greenan, L'Horty et Mairesse (Eds), *The puzzling Relations between Computers and the Economy.*

Shaw K. (1999) : «Innovative HRM Practices as a Technology Shock: Building "Problem-Solving Capacity" in Production Workers », Communication à la conférence « Technology, Regulation and Employment » organisée par le CEMFI à Madrid, 19-21 juin.

Shaw K. (1999), Gant J. and Ichniowski C. (1999) : «The Evolution Towards High-Involvement Organization: Distinguishing Differences in Workers' Networks », Communication à la conférence « Organizational Change and Performance Improvement » organisée par le NBER à Santa Rosa, Californie, 23-24 avril.

Simon H. A. (1947) : *Administrative Behavior : a Study of Decision Making Processes in Administrative Organizations*, New York, Mac Millan, 4e édition, 1997, New York, The Free Press.

Simon H. A. (1955) : « A Behavioral Model of Rational Choice», *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 69, pp. 99-118.

Simon H. A. (1957) : *Models of Man*, New York, John Wiley & Sons.

Simon H. A. (1969) : *The Sciences of the Artificial*, Cambridge: MIT Press.

Simon H. A. (1972) : «Theories of Bounded Rationality », in McGuire C. B. et Radner R. (eds.), *Decision and Organization*, Amsterdam, North Holland, pp. 161-176.

Simon H. A. (1976) : « From Substantive to Procedural Rationality ». in S. J. Latis (ed.), *Methods and Appraisal in Economics*, Amsterdam, North Holland, pp. 129-148.

Simon H. A. (1978) : « Rationality as Process and as Product of Thought », *American Economic Review*, Vol. 68, N°2, pp. 1-16.

Smith A. (1776) : *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations* . Édition française : Édition Gallimard (les grandes thèmes), 1976, collection idées, Paris.

Spence A. M. (1975) : « The Economics of Internal Organization: an Introduction », *Bell Journal of Economics*, Vol. 6, pp. 163-172.

Stephen F. H. (Ed) (1984) : *Firms, Organization and Labour : Approaches to the Economics of Work Organization*, London, Macmillan.

Stigler G. J. (1976) : « The Xistence of X-Efficiency », American Economic Review, Vol. 66, N° 1, March, pp.213-216.

Stiglitz J. E. (1975) : « Incentives, Risk and Information : Notes Towards a Theory of Hierarchy », *Bell Journal of Economics*, Vol. 6, N°2, pp. 552-579.

Stiglitz J. E. (1987) : « Learning to Learn, Localized Learning and Technological Progress », in P. Dasgupta et P. Stoneman (eds), *Economic Policy and Technological Performance*, New York, Cambridge University Press.

Stiglitz J. E. (1991) : « Symposium on Organizations and Economics », *Journal of Economic perspective*, Vol. 5, N°2, Spring, pp. 15-24.

Sugden (1991) : «Rational choice: a Survey of Contribution frm Economics and Phylosophy », *Economic Journal*, Vol. 101, pp. 751-785.

Taylor F. W. (1911) : *The Principles of Scientific Management*, New York, Harper & Bros.

Teece D. J. et Pisano G. (1994) : « The Dynamic Capabilities of Firms : an Introduction », *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, N°3, pp. 537-556.

Thesmar D. et Thoenig M. (1999) : « Choix d'organisation dans un environnement instable: une analyse macroéconomique », *Revue Economique*, Vol. 50, N°3, mai, pp.393-403.

Thompson J. D. (1967) : *Organizations in Action*, New York, McGraw-Hill.

Tirole J. (1986) : « Hierarchies and Bureaucracies: On the Role of Collusion in Organizations », *Journal of Law, Economics and Organization*, Vol. 2, N°2, pp. 181-214.

Topkis D. M. (1978) : « Minimizing a Submodular Function on a Lattice », *Operations Research*, Vol.26, N°2, mars-avril, pp. 305-321.

Valsecchi I. (1992) : « Organisation and Strategic Interaction in Teams », Document de travail Dynamis Quaderni IDSR, N°7/92.

Vahabi M. (1997) : «A Critical Survey of K. J. Arrow's Theory of Knowledge », *Cahiers d'Economie Politique*, N°29, L'Harmattan, pp.35-65.

Valeyre A. (1998) : « Les formes d'autonomie procédurales dans le travail industriel. Disparités sectorielles et déterminants organisationnels, cognitifs et marchands », Travail et Emploi, N°76, Vol. 3, pp. 25-36.

Valeyre A. (1999) : « Les pressions temporelles sur le travail dans les activités industrielles », Miméo Centre d'Etudes de l'Emploi.

Van Zandt T. (1995) : « Continuous Approximation in the Study of Hierarchies », *Rand Journal of Economics*, Vol. 26, pp. 575-590.

Van Zandt T. (1996) : « Organizations with an Endogenous Number of Information Processing Agents », Mimeo Princeton, December, à paraître dans *Organizations with Incomplete Information*, Mukul et Majumdar eds., Cambridge: Cambridge University Press.

Van Zandt T. (1997) : « Real-Time Hierarchical Resource Allocation with Quadratic Costs », Mimeo Princeton, July 30.

Veltz P. et Zarifian P. (1993) : « Vers de nouveaux modèles d'organisation », *Sociologie du travail*, N°1, pp. 3-25.

Weisskopf T., Bowles S. et Gordon D. (1983) : « Hearts and Minds : a Social Model of Productivity Growth », *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 2, pp. 31-41.

Williamson O. E. (1967) : "Hierarchical Control and Optimum Firm Size", *Journal of Political Economy*, Vol. 75, N°2.

Williamson O. E. (1975) : *Markets and Hierarchies : Analysis and Antitrust Implications.* New York, Free Press.

Williamson O. E. (1981) : « The Modern Corporations : Origins, Evolution, Attributes », *Journal of Economic Literature*, Vol. Xix, December, pp. 1537-1568.

Williamson O. E. (1984) : « Efficient Labour Organization », in Stephen F. H. (Ed), *Firms, Organization and Labour : Approaches to the Economics of Work Organization*, London, Macmillan

Williamson O. E. (1989) : « Transaction Cost Economics », in Schmalensee R. et. Willig (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1. Amsterdam: North-Holland, pp. 135-182.

Williamson, O. E. (1985) : Th*e Economic Institutions of Capitalism*. New York, Free Press.

Williamson, O. E. (1993) : Transaction Cost Economics and Organization Theory, *Industrial and Corporate Change*, Vol. ?, N° ?.

Winter S. G. (1990) : « On Coase, Competence and the Corporation » in O. Williamson (ed.) *Organization Theory*, Oxford University Press, pp.179-195.

Womack J. P., Jones D. T. et Roos D. (1990) : *The machine that Changed the World*, Rawson Associates, Macmillan Publishing Company, New-York.

Woodward J. (1965) : *Industrial Organization : Theory and Practice*, Londres, Oxford University Press.

Zarifian P. (1996) : *Travail et communication*, PUF, Paris.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1.1 : Vue générale de l'excellence industrielle : élimination de la non-valeur ajoutée 130
Tableau 1.2 : Les objectifs des réorganisations de la production 131
Tableau 1.3 : Présence de différents intervenants sur certaines tâches avant les réorganisations 131
Tableau 1.4 : Apparition et disparition des intervenants sur certaines tâches suite aux réorganisations 132
Tableau 1.5 : Evolution des responsabilités des opérateurs, des spécialistes et de la hiérarchie 132
Tableau 1.6 : Les relations entre les variables de changement organisationnel 133
Tableau 1.7 : Nombre moyen de catégories d'intervenants par tâche 133
Tableau 1.8 : Resserrement des liens entre la production, les autres services et l'extérieur de l'entreprise 134
Tableau 1.9 : Les démarches formalisées visant à accroître la qualité 134
Tableau 1.10 : Travail en groupe et niveaux hiérarchiques 134
Tableau 1.11 : Accroissement des compétences requises et formation 135
Tableau 1.12 : Relations entre les variables de changement de compétences 135
Tableau 1.13 : Réorganisation, taille et technologies de fabrication avancées 136
Tableau 1.14 : Les relations entre les variables de changement technologique 136
Tableau 1.15 : Les réseaux de communication 137
Tableau 1.16 : L'initiative des salariés 138
Tableau 1.17 : Proportion de salariés déclarant subir des contraintes 138
Tableau 1.18 : La charge mentale au travail 139
Tableau 1.19 : Proportion de salariés utilisateurs de nouvelles technologies 139
Tableau 1.20 : Dimensions des cinq configurations structurelles 140
Tableau 1.21 : Les caractéristiques des mondes de production 141
Tableau 1.22 : Du fordisme à un nouveau modèle : un tableau synthétique 142
Tableau 1.23 :Corrélations entre les modalités hautes des variables de communication 143
Tableau 1.24 :Corrélations entre différents types de contraintes hiérarchiques 143
Tableau 1.25 :Corrélations entre différentes contraintes techniques 143
Tableau 1.26 : corrélation entre la modalités basse de la variable d'intensité des contraintes hiérarchiques et : . 144
Tableau 1.27 : Corrélations entre les modalités hautes des variables de communication et les technologies 144
Tableau 1.28 :Un découpage en quatre classes 145
Tableau 1.29 : Caractéristiques générales des entreprises 145
Tableau 1.30 : Une variable de changement technologique en quatre modalités 146
Tableau 1.31 : Une variable de changements organisationnels et des compétences en quatre modalités 147
Graphique 1.1 : L'espace de l'organisation du travail dans l'atelier 148
Graphique 1.2 : variables centrales de l'analyse des correspondance multiples 149
Graphique 1.3 : Opérateurs et hiérarchie 150
Graphique 1.4 : Hiérarchie et spécialistes 151
Tableau 2.1 : ILO Productivity Mission Results 221

Tableau 2.2 : Summary of Assembly Plant Characteristics, Volume Producers, 1989 222
Tableau 2.3 : Levels of decision making within a business organization 223
Encadré A1-1 : Les membres du comité de pilotage de l'enquête 243
Encadré A1-2 : Guide pour les tests en entreprise..... 244
Encadré A1-3 : Compte rendu de deux entretiens-tests..... 246
Tableau AI.1 : Taux de non-réponse par secteur et taille d'entreprise..... 250
Tableau AI.2 : Bilan des premiers traitements..... 251
Tableau AI.3 : Représentativité de l'échantillon des 1824 entreprises par classes de taille 251
Tableau AI.4 : Représentativité de l'échantillon des 1824 entreprises par secteurs (NAF) 252
Tableau 3.1 : Différentes structures d'information 329
Tableau 3.2 : Des formes organisationnelles élémentaires 330
Tableau 3.3 : Un exemple, l'articulation du marketing et de la production..... 331
Tableau 3.4 : Les structures d'information chez Aoki (1986, 1990a)..... 332
Tableau 3.5 : Les structures d'information chez Crémer (1990, 1993)..... 333
Tableau 3.6 : Les formes organisationnelles hiérarchiques dans la théorie des équipes 334
Tableau 4.1 : Exemples de hiérarchies à 4 niveaux dans la théorie du traitement de l'information..... 402
Tableau 4.2 : Les architectures organisationnelles de Sah et Stiglitz..... 403
Tableau 4.3 : Hiérarchies permettant de traiter 11 items en une seule fois 404
Tableau 4.4 : Hiérarchies permettant de traiter 11 items arrivant tous les 3 cycles..... 405
Tableau 4.5 : Hiérarchies efficientes stationnaires à 7 processeurs traitant 36 items tous les 6 cycles 406
Graphique 5.1 : Le choix organisationnel de la firme dans le modèle à main d'œuvre homogène..... 529
Graphique 5.2 : Le choix organisationnel de la firme dans le modèle à main d'œuvre hétérogène..... 529
Tableau 5.1 : La stratégie industrielle moderne selon Milgrom et Roberts (1990, 1992)..... 530
Encadré exemple 1 : Stockage ou production à la demande ?..... 531
Encadré exemple 2 : La stratégie industrielle moderne ou la production fordiste ?..... 532
Encadré exemple 3 : L'arbitrage entre spécialisation et coordination dans un contexte incertain..... 533
Tableau II.1 : Formalisation du système d'information et dispositifs managériaux..... 554
Tableau II.2 : Formalisation du système de production et dispositifs managériaux..... 555
Tableau II.3 : Le changement organisationnel dans les modèles..... 556
Tableau II.4 : L'ancien et le moderne, une synthèse de l'enseignement des modèles 557
Tableau 6.1 : Incertitude et changements organisationnels 692
Tableau 6.2 : Technologie et changements organisationnels 695
Graphique 6.1 : Diversité des biens et changements organisationnels 697
Graphique 6.2 : Changements organisationnels et innovation de produit..... 697
Tableau 6.3 : Compétences et changements organisationnels..... 698
Graphique 6.3 : Niveau de la main d'œuvre qualifiée et changements organisationnels 700
Graphique 6.4 : Profil des salaires relatifs 700
Graphique 6.5 : Equilibre organisationnel..... 701
Tableau 6.4 : Taille et changements organisationnels 702
Tableau 6.5 : Synthèse des effets recensés 704

Tableau 6.6 : Les facteurs corrélés à l'intensité des contraintes techniques, hiérarchiques et à l'intensité de la communication bilatérale 705

Tableau 6.7 : Les facteurs corrélés à l'intensité de la communication multilatérale 706

Tableau 6.8 : Les déterminants des choix des entreprises en matière de technologie et d'organisation 707

Tableau 7.1 : De l'organisation à la fonction de production : théories centrées sur la formalisation du système d'information 830

Tableau 7.2 : De l'organisation à la fonction de production : théories centrées sur la formalisation du système de production 831

Graphique 7.1 : Production agrégée dans le modèle avec main d'œuvre hétérogène 832

Tableau 7.3 : Effets sur la performance : synthèse des mécanismes 833

Tableau 7.4 :Fonction de production et organisation du travail 834

Tableau 7.5 :Evolution du ratio de stocks produits et intensité de la communication 834

Tableau 7.6 : Une partition des entreprises selon les changements technologiques et organisationnels 835

Tableau 7.7 : Différences moyennes de productivité, d'intensité capitalistique et de salaire par tête selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels 836

Tableau 7.8 : Différences moyennes des taux de croissance de l'emploi, de la production et de la productivité selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels 837

Graphique 7.2 : Structure des qualifications selon le régime organisationnel 838

Tableau 7.9 : Synthèse des effets sur les inégalités d'emploi et de salaire 839

Tableau 7.10 : Caractéristiques générales des entreprises 840

Tableau 7.11 : Différences dans la structure des qualifications selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels 841

Tableau 7.12 : Différences dans l'évolution de la structure des qualifications selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels 842

Tableau 7.13 : Différences dans le flux de main d'œuvre de l'entreprise selon les indicatrices de changements technologiques et organisationnels 843

Tableau AIII.1.1 : Structure de l'échantillon de 776 entreprises 848

Tableau AIII.2.1 : Part de la variance intra entreprise dans la variance totale pour les coordonnées des salariés sur les deux premiers axes de l' ACM 863

Tableau AIII.2.2 : Ordinateur et productivité : analyse des biais dus aux erreurs d'échantillonnage dans le taux d'équipement informatique 864

Tableau AIII.2.3 : Sexe et salaire moyen : coefficients associée à la proportion de femmes estimée et réelle 865

Tableau AIII.2.4 : Sexe et salaire moyen : estimations corrigées sur la proportion estimée de femmes et estimation sur le proportion réelle de femmes 866

Tableau AIII.3.1 : Représentativité des 822 entreprises, par classes de taille 871

Tableau AIII.3.2 : Représentativité des 822 entreprises, par secteurs (NAF40) 871

Changements organisationnels et performances économiques : théories, mesures et tests

Cette thèse étudie les changements affectant l'organisation du travail interne aux entreprises en mobilisant les outils de l'économiste : formalisation théorique et tests empiriques s'appuyant sur des données statistiques. Elle définit un espace des choix organisationnels séparé des choix de technologie. Elle analyse les déterminants des changements organisationnels et leurs conséquences sur les performances et la demande de travail des entreprises.

Au sein des théories économiques des changements organisationnels, on peut distinguer les théories formalisant le système d'information où l'organisation définit un mode efficace d'allocation de l'information et de prise de décision, des théories formalisant l'organisation du système de production, pensée comme une rationalisation des liens entre les tâches productives et les facteurs de production. Les modèles théoriques originaux présentés dans cette thèse relient ces deux systèmes en formalisant la manière dont s'accumule un savoir collectif sur les activités productives et ses conséquences sur le comportement de l'entreprise dans un contexte où la main d'œuvre est homogène puis hétérogène.

Les tests empiriques réalisés s'appuient sur une source statistique sur les entreprises élaborée dans le cadre de cette thèse et sur une nouvelle façon de mobiliser une enquête statistique auprès des salariés. Ils donnent des éléments de réponse à trois questions présentes dans le débat public : le déterminisme techniques des choix organisationnels, le paradoxe de la productivité et le biais technologique.

Mots-clés : Organisation, hiérarchie, division du travail, changement organisationnel, changement technologique, coordination, information, production, productivité, innovation, demande de travail, qualification.

Classification JEL : D2, J23, J24, L2, O33

Organizational Changes and Economic Performances: Theories, Measures and Tests

This thesis studies organizational changes within the firms using the tools of economists: theoretical modeling and empirical tests with statistical data. It defines a space for organizational choices, separated from technological ones. Factors of organizational change and consequences for firms' performance and labor demand are analyzed.

Within economic theories of organizational change, one can distinguish theories that model the information system, where organization defines an efficient mode of information allocation and decision making, from theories that model the organization of the production system, thought of as a rationalization of the relationships between production tasks and production factors. The original models we present connect formally these two systems through the accumulation of a collective knowledge on productive activities and analyze its consequences on firms' economic behavior in a context where the labor force is first homogeneous and then heterogeneous.

We conduct empirical tests using a business survey elaborated in the course of this thesis and exploiting in a new fashion a labor force survey. They give some food for thought about three widely debated questions : the technological determinism of organizational choices, the productivity paradox and the technological bias.

Key words : Organization, hierarchy, division of work, organizational change, technological change, coordination, information, production, productivity, innovation, labor demand, skill.

JEL Classification : D2, J23, J24, L2, O33

Discipline : Sciences économiques

Contact : greenan@cee.enpc.fr

U.R.A. - CNRS 922
Régulation, ressources humaines et économie publique
CEPREMAP - Ecole normale supérieure
48 Bd Jourdan
75014 PARIS cedex

Centre d'Etudes de l'Emploi
« Le Descartes I »
29, promenade Michel Simon
93166 Noisy-Le-Grand Cedex