

Université de Neuchâtel
Faculté de droit et des sciences économiques

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM :

**le cas des industries de
la montre mécanique et
des microtechniques**

Thèse

présentée à la Faculté de droit et des sciences économiques
pour obtenir le grade de docteur ès sciences économiques

par

Florian Németi

Neuchâtel
1996

Imprimerie de l'Evoles SA

Monsieur Florian NEMETI est autorisé à imprimer sa thèse de doctorat ès sciences économiques intitulée:

"Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM : le cas des industries de la montre mécanique et des microtechniques"

Il assume seul la responsabilité des opinions énoncées.

Neuchâtel, le 14 novembre 1996

Le Doyen
de la Faculté de droit
et des sciences économiques

Pierre-Henri Bolle

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION

Problématique de la thèse	2
Partie I: CIM, l'intégration des processus de production.....	3
Partie II: Les mécanismes contextuels du changement technologique.....	4
Partie III: La diffusion de CIM dans les industries de la montre mécanique et des microtechniques.....	6

PARTIE I: L'INTEGRATION DES PROCESSUS DE PRODUCTION DANS L'INDUSTRIE

CHAPITRE 1: LES DYSFONCTIONNEMENTS DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE.....9

1.1 Les concepts de chaîne de valeur et de système de valeur.....	11
1.2 La reconnaissance de l'origine des problèmes productifs.....	16
1.3 Les dysfonctionnements de la production industrielle.....	20
1.3.1 Dysfonctionnements liés aux activités de conception des produits.....	20
1.3.2 Dysfonctionnements liés aux activités de fabrication des produits.....	26
1.3.3 Les dysfonctionnements liés aux activités de logistique des produits.....	34
1.4 L'utilité d'un concept CIM à géométrie variable.....	36

CHAPITRE 2: CIM, L'INTEGRATION DES PROCESSUS CLES DE PRODUCTION.....39

2.1 CIM, de hier à aujourd'hui.....	42
2.1.1 L'échec du modèle initial.....	42
2.1.2 L'émergence d'un nouveau concept.....	45
2.2 Intégration du processus de mise au point de nouveaux produits: à la recherche de "l'ingénierie simultanée".....	53
2.2.1 Reconception des produits sur des bases modulaires.....	56
2.2.2 Organisation matricielle et exécution concourante des tâches.....	58
2.2.3 Intégration des systèmes informatiques de conception, de fabrication et de logistique.....	61
2.3 Intégration du processus de fabrication des produits.....	64
2.3.1 Îlots de fabrication et technologie de groupe: des ateliers d'un type différent.....	65
2.3.2 La qualité: clé de voûte de l'intégration des opérations manufacturières.....	68
2.3.3 Intégration des informations de fabrication et équipements flexibles.....	71
2.4 Intégration du processus de logistique.....	72
2.4.1 Intégration du processus de gestion.....	73
2.4.2 La production en juste-à-temps.....	75

2.4.3 L'intégration de la chaîne logistique.....	79
2.5 L'entreprise intégrée: une réalité multiforme	82

PARTIE II: LES MECANISMES CONTEXTUELS DU CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE

CHAPITRE 3: L'APPROCHE CONTEXTUELLE DU CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE	87
--	-----------

3.1 Champ d'analyse de l'approche contextuelle de l'innovation technologique	89
3.2 Fondements théoriques de l'approche contextuelle du changement technologique	92

CHAPITRE 4: LES SYSTEMES SOCIOTECHNIQUES	97
---	-----------

4.1 Base théorique de l'approche SST et critique du déterminisme technique	98
4.2 Les degrés d'intégration des entreprises en fonction du contexte industriel	100
4.2.1 Contexte stratégique	106
4.2.2 Contexte de marché	107
4.2.3 Contexte de production	109

CHAPITRE 5: LES SYSTEMES D'INNOVATION TECHNOLOGIQUE	115
--	------------

5.1 Le concept de système d'innovation technologique	115
5.2 Réseaux de coopération et innovation technologique	119
5.2.1 Coopération entre partenaires et/ou concurrents industriels	120
5.2.2 Coopération entre utilisateurs et fournisseurs de composants CIM	122
5.2.3 Coopération entre industrie et institutions à vocation technologique	124
5.2.4 Les facteurs d'influence des réseaux de coopération technologique	127

CHAPITRE 6: LES MILIEUX INNOVATEURS	129
--	------------

6.1 Base conceptuelle de l'approche des milieux	130
6.2 Milieu et vision technologique: le poids de la spécialisation, des valeurs professionnelles et de l'histoire	135
6.3 Milieu et réseaux de coopération technologique	141
6.3.1 Mise en compatibilité de composants CIM et coopération technologique	141
6.3.2 Orientation technologique des acteurs publics territoriaux	143

6.3.3	Limite de la contractualisation dans la coopération technologique ...	145
6.3.4	Rôle de la confiance dans la coopération technologique	146

PARTIE III: LE RÔLE DU CONTEXTE INDUSTRIEL DANS LA DIFFUSION DE CIM: LE CAS DES INDUSTRIES DE LA MONTRE MÉCANIQUE ET DES MICROTECHNIQUES

CHAPITRE 7: METHODOLOGIE DE RECHERCHE EMPIRIQUE.....149

7.1	Démarche de recherche.....	149
7.2	Délimitation du champ d'analyse empirique.....	151
7.3	Echantillon de l'enquête.....	153
7.3.1	Population statistique et critères de sélection de l'échantillon	153
7.3.2	Source d'information pour l'identification des firmes de l'échantillon	158
7.4	Variables descriptives du contexte industriel	159
7.5	Hypothèses de recherche	160
7.6	Construction d'un guide d'entretien.....	161
7.7	Modalités de déroulement des entretiens	161

CHAPITRE 8: DIFFUSION DE CIM DANS LES FIRMES HORLOGERES ET DE MICROTECHNIQUE163

8.1	Profil des firmes interrogées en matière de CIM	163
8.2	Taux de diffusion des composantes de CIM	169
8.3	Degré d'intégration des firmes interrogées	173

CHAPITRE 9: CONTRAINTES DE MARCHÉ, ORGANISATION DES ACTIVITES ET ADOPTION DE CIM PAR LES FIRMES.....177

9.1	Contraintes de l'environnement de marché.....	177
9.1.1	Typologie de firmes par rapport aux contraintes de l'environnement de marché.....	179
9.1.2	Influence des contraintes de l'environnement de marché sur la diffusion de CIM.....	185
9.2	Besoin de coordination des activités de production avec des partenaires externes.....	189
9.2.1	Typologies d'organisations de production	190
9.2.2	Influence du mode d'organisation des activités de production sur la diffusion de CIM.....	201

**CHAPITRE 10: COOPERATION TECHNOLOGIQUE ET ADOPTION
DE CIM PAR LES FIRMES: 213**

10.1. Relations entre firmes appartenant à un même système de valeur.....	214
10.1.1 Typologies des entreprises interrogées par rapport au partenariat technologique	216
10.1.2 Influence du partenariat technologique sur la diffusion de CIM	219
10.1.3 Incidence sur CIM d'un manque de coopération entre partenaires d'un même système de valeur.....	223
10.2. Relations entre utilisateurs et fournisseurs de technologie CIM	226
10.2.1 Typologie de firmes par rapport à la coopération technologique avec des fournisseurs de CIM.....	226
10.2.2 L'influence des relations de coopération de type "utilisateur- fournisseur" sur la diffusion de CIM	230
10.3 Le rôle du milieu industriel dans la diffusion de CIM dans les entreprises	235
10.3.1 Milieu industriel et échanges de connaissances et d'expériences en matière de CIM.....	235
10.3.2 Milieu industriel et "visions" technologiques: le poids des structures.....	238

CONCLUSION..... 251

I Synthèse des résultats de recherche.....	253
II Signification des résultats de recherche	254
III Limites de l'approche contextuelle.....	255
IV Prolongement de la thèse.....	256

LEXIQUE

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

Liste des tableaux

Tableau	Intitulé	Page
3.1	Positionnement des facteurs contextuels	89
4.1	Analyse comparative des facteurs contextuels agissant sur CIM dans l'entreprise.....	105
8.1	Conflits possibles entre les exigences de CIM et les propriétés d'un milieu industriel	138
7.1	Taille des entreprises horlogères de l'échantillon.....	154
7.2	Taille des entreprises de microtechnique de l'échantillon	155
7.3	Domaines d'activités couverts par les firmes interrogées	158
7.4	Variables clés du contexte industriel	159
7.5	Hypothèses de recherche relatives à l'adoption de composantes de CIM dans les entreprises.....	160
8.1	Adoption des composantes de CIM dans les entreprises horlogères.....	165/166
8.2	Adoption des composantes de CIM dans les entreprises de microtechnique	167/168
8.3	Etat de diffusion des composantes de CIM dans l'industrie de la montre mécanique.....	170
8.4	Etat de diffusion des composantes de CIM dans l'industrie des microtechniques.....	171
8.5	Niveau d'intégration dans les entreprises horlogères.....	174
8.6	Niveau d'intégration dans les entreprises de microtechnique	175
9.1	Contraintes de l'environnement de marché des firmes interrogées.....	180/181
9.2	Modes d'organisation de production des firmes interrogées.....	192
10.1	Partenariat entre firmes d'un même système de valeur	217
10.2	Coopération technologique entre utilisateurs et fournisseurs de CIM.....	227
10.3	Conseil en organisation et coopération entre utilisateurs et fournisseurs de CIM.....	228
10.4	Conflits entre un système productif propice à CIM et le milieu industriel de la montre mécanique	240

Liste des figures

Figure	Intitulé	Page
1.1	Exemple de chaîne de valeur	12
1.2	Représentation du concept de système de valeur.....	15
1.3	Enchaînement des causes, symptômes et effets des problèmes productifs	21
1.4	Dilemme entre productivité et flexibilité de l'équipement.....	32
2.1	Exemple d'organisation matricielle	60
2.2	Les chemins possibles de l'intégration technique et organisationnelle de la production.....	83
3.1	Positionnement des facteurs contextuels.....	93
4.1	Contraintes de marché	110
5.1	Système d'innovation technologique	116
5.2	Démarche d'innovation dans le cas de CIM.....	125
9.1	Contraintes de marché de l'échantillon.....	182
9.2	Réseau stratégique dans l'industrie de la montre mécanique	196
9.3	Réseau stratégique dans l'industrie des microtechniques	197
9.4	Réseau régional dans l'industrie de la montre mécanique et des microtechniques.....	200
9.5	Approche stratégique de la firme virtuelle	208
10.1	Enjeux de CIM à l'échelle d'un système de valeur	215
10.2	Fragmentation de la filière de production de montres mécaniques	247

Avant-propos

Les lignes de remerciements constituent, à mes yeux, le chapitre le plus essentiel, le plus agréable, mais aussi le plus délicat à écrire. En effet, les personnes qui ont contribué à ce travail ne figurent pas toutes ci-après. Mais, elles sauront néanmoins que je ne les oublie pas et que je leur suis très reconnaissant.

Je tiens à exprimer ma gratitude au Professeur Denis Maillat, qui m'a accordé sa confiance durant cinq ans et qui m'a fourni les repères scientifiques et les moyens nécessaires à l'accomplissement d'un tel travail.

Je suis redevable à Pierre Rossel, dont les conseils apportés en "juste-à-temps" m'ont permis de progresser dans mes recherches.

J'aimerais exprimer ma reconnaissance aux responsables industriels et institutionnels qui m'ont ouvert leur porte et consacré une part de leur temps si précieux.

Mes remerciements les plus vifs vont également à mes collègues de travail, à Marc Pfister en particulier qui a survécu aux « CIMes » les plus embrumées avec clairvoyance, flexibilité et humour.

Enfin, je ne saurai jamais assez dire « Merci » à Maguy et à ma famille, pour leur inestimable patience et leurs indispensables encouragements.

Concernant le contenu de cet ouvrage, l'auteur assume seul la responsabilité des opinions émises.

Introduction

A l'époque du grand chambardement des marchés économiques mondiaux et du glissement de la société vers un modèle où le pouvoir s'acquiert par la maîtrise de l'information, **l'intégration des processus de production** dans et, de plus en plus, entre les entreprises industrielles comporte d'énormes enjeux techniques, économiques et sociaux. L'intégration des processus de production est au cœur de la recomposition du tissu industriel mondial depuis plusieurs années. Il est donc légitime de s'y intéresser, d'essayer de comprendre ce qu'elle est, d'où elle provient, pourquoi et comment elle se diffuse ou, au contraire, elle tarde à émerger dans l'industrie manufacturière.

Précisons d'emblée que tout au long du présent ouvrage, l'intégration des processus de production industrielle sera assimilée à l'acronyme "CIM", même si la signification initiale anglo-saxonne de cet acronyme, à savoir "Computer Integrated Manufacturing", ne restitue plus qu'imparfaitement la nature et la portée des changements technologiques en cours. Cette option terminologique répond autant à un souci de commodité dans la présentation qu'à une volonté de se référer un concept technologique qui marque depuis une décennie la stratégie des entreprises et la politique technologique des pouvoirs publics des pays industrialisés. En définitive, il nous paraît judicieux de nous référer à un modèle de production flexible qui, depuis une décennie, a eu le temps de largement se faire connaître, tant au niveau académique que dans les milieux industriels.

Problématique de la thèse

L'émergence de CIM prend une signification particulière pour un pays industrialisé comme la Suisse, qui se trouve aujourd'hui confronté à un conflit d'intérêt majeur entre sa place industrielle et sa place financière et de services. La fracture économique se précise, entre des régions périphériques traditionnellement industrielles et des zones urbaines dont l'armature tertiaire est grandissante. Afin d'éviter l'apparition d'un véritable fossé économique, puis social entre ces deux mondes nationaux de création de richesses, il importe de renforcer les bases de l'industrie. En effet, celle-ci est actuellement confrontée à des problèmes de coûts de production et de coordination de ses activités, du fait de coûts salariaux élevés, de méthodes encore artisanales dans de nombreuses P.M.E. et de structures fragmentées.

Le regain de performance de l'industrie suisse est sans aucun doute lié à l'adoption judicieuse des composantes de CIM par les entreprises. C'est pourquoi il est important de s'interroger sur les mécanismes de la diffusion de CIM. Cette dernière étant inégale entre les entreprises et entre les secteurs économiques, un accent particulier doit être mis sur les facteurs qui expliquent une telle variabilité en fonction de contextes de production et d'échange spécifiques. Cette thèse poursuit ainsi l'objectif général suivant:

Examiner les facteurs d'influence contextuels de la diffusion de CIM dans les industries de la montre mécanique et des microtechniques¹

D'un point de vue scientifique, cet ouvrage se fonde sur une problématique économique du changement technologique et de l'innovation. Il s'insère dans un champ d'analyse précis, l'Economie régionale et industrielle. Par conséquent, il n'approfondit pas les questions liées au management, à la technique et à la sociologie qui, malgré leur importance par rapport à la transformation industrielle, n'entrent pas dans son champ d'analyse. Son architecture se constitue de trois parties destinées à étayer l'argument selon lequel la diffusion

¹ Nous exposerons ultérieurement les raisons pour lesquelles nous avons choisi d'examiner dans cette thèse le contexte de deux industries très développées en Suisse: l'horlogerie et les microtechniques.

de CIM ne doit pas seulement être analysée sous l'angle des facteurs d'influence internes ou sectoriels. L'hypothèse générale qui est avancée est que les facteurs issus de l'environnement de marché et de production des firmes jouent un rôle déterminant dans les choix de ces dernières en matière de CIM.

Cette orientation de recherche part du constat que l'analyse classique du changement technologique, en s'intéressant avant tout aux facteurs techniques et sociaux internes aux entreprises, privilégie l'étude de la mise en place des nouvelles technologies. Ce faisant, elle se focalise sur les phases ultimes de l'innovation, en laissant dans l'ombre les choix technologiques imposés, ou en tous cas conditionnés, par l'environnement propre à chaque entreprise.

Partie I CIM, l'intégration des processus de production

Cette première partie a pour objectif de présenter un concept de CIM qui soit articulé de manière cohérente et qui soit aussi complet que possible.

A cette fin, le premier chapitre présente les dysfonctionnements productifs qui poussent les entreprises à rechercher des solutions de type CIM. Afin de mieux cerner l'origine et le champ d'action de ces dysfonctionnements, il importe de bien les situer par rapport aux différentes activités que combinent les entreprises dans le but de générer de la valeur. A cette fin, les concepts de chaîne de valeur et de système de valeur empruntés à Porter (1986) sont présentés, puis utilisés comme cadre de référence.

Le message principal de cette première partie est délivré dans le second chapitre. Il postule qu'aujourd'hui CIM ne repose plus seulement sur son aspect classique de "Computer Integrated Manufacturing", c'est-à-dire de "production intégrée par ordinateur". CIM doit, en fait, être considéré comme une véritable transformation de l'industrie, fondée sur six lignes directrices globales:

- ☐ la simplification des produits et des flux de production,
- ☐ l'externalisation des activités, due au recentrage des firmes sur leurs compétences-clés,

- ☐ la maîtrise de la qualité,
- ☐ l'intégration des tâches,
- ☐ l'intégration des flux d'information,
- ☐ la modernisation des équipements.

Jusqu'à présent, ces lignes de changement ont donné naissance à différentes mesures d'amélioration technique, organisationnelle, économique et sociale. Les différentes combinaisons de ces mesures d'amélioration constituent autant de concepts de production industrielle. Hormis CIM, les exemples les plus connus sont le juste-à-temps (JAT), la gestion de la qualité totale (Total Quality Management, soit TQM) ou encore la "reconception des processus" (Reengineering).

Dans ces conditions, l'acronyme CIM ne saurait se limiter à "Computer Integrated Manufacturing". Tout au long de cet ouvrage, il sera donc employé comme abréviation d'un phénomène large: **l'intégration des processus de production industrielle** ou "Business Process Redesign/Reengineering", pour reprendre la terminologie anglo-saxonne très en vogue à l'heure actuelle auprès des cabinets de consultants et des médias.

Partie II Les mécanismes contextuels du changement technologique

Il existe d'importantes disparités entre nations, entre régions et entre secteurs industriels en matière de CIM. Ces disparités font l'objet de nombreuses études scientifiques. Quels sont donc les mécanismes de la diffusion de CIM dans les entreprises? L'analyse classique du changement technologique répond à cette question avant tout par la prise en compte des facteurs techniques et sociaux internes aux firmes, de même que par l'étude de phénomènes sectoriels. Ce faisant, elle néglige sans aucun doute l'impact d'un ensemble de facteurs qui sont ni d'origine interne, ni d'origine sectorielle et dont l'influence est pourtant reconnue dans des études récentes sur la

Introduction

production flexible (CUSUMANO, 1992; SUAREZ et al., 1995): les facteurs issus du contexte du marché et de production des entreprises.

Dans ces conditions, le troisième chapitre introduit une démarche d'analyse de l'innovation sous l'angle du contexte industriel. Cette démarche combine les enseignements récents de trois approches scientifiques complémentaires: les systèmes sociotechniques, les systèmes nationaux d'innovation et les milieux innovateurs.

Le quatrième chapitre se réfère à l'analyse des systèmes sociotechniques, afin de montrer comment le contexte stratégique, structurel, économique, technique et social des entreprises influence la trajectoire de ces dernières en matière de CIM. Cette première approche procure avant tout des éléments relatifs à l'entreprise et à son environnement immédiat de production (fournisseurs, distributeurs, clients).

Plus global, le cinquième chapitre prend en compte des facteurs liés à l'existence d'un système national d'innovation, défini comme un ensemble d'acteurs et de ressources concerné par le développement de nouvelles technologies. Il montre, en se basant sur l'exemple de CIM, l'effet positif que peuvent jouer des relations de coopération instaurées entre les utilisateurs, les fournisseurs de technologie, les laboratoires publics de R&D, les centres de transfert de technologies et les organismes de financement. Toutefois, si l'approche des systèmes nationaux d'innovation souligne l'importance de ces relations, elle n'en explique pas la dynamique, à savoir comment elles se créent, se gèrent et évoluent.

C'est précisément dans le but de combler cette lacune que le sixième chapitre recourt aux enseignements de la théorie des milieux innovateurs. Cette dernière -grâce à une analyse fine du développement économique au niveau régional- parvient à expliquer pourquoi et comment certaines régions et certaines industries adaptent vite et bien de nouvelles technologies à leurs besoins spécifiques, pendant que d'autres stagnent, prisonnières de perceptions introverties et d'un milieu socioprofessionnel méfiant à l'égard du changement. Ce chapitre se concentre sur deux aspects importants des milieux innovateurs par rapport à CIM: les "visions" technologiques des agents

économiques -qui rendent le changement souhaitable ou indésirable- et les effets de proximité qui agissent sur la constitution et le fonctionnement des réseaux de coopération technologique, dont l'importance est soulignée dans le chapitre 5.

Partie III La diffusion de CIM dans les industries de la montre mécanique et des microtechniques

Dédiée à la confrontation avec la réalité pratique des approches théoriques de CIM (Partie I) et du changement technologique (Partie II), cette troisième et dernière partie se penche sur la situation des industries de la montre mécanique et des microtechniques face à CIM.

Comme l'explique le septième chapitre, qui présente la méthodologie de recherche empirique, le choix de ces deux secteurs industriels en tant que champ d'étude répond autant à des critères scientifiques qu'à un souhait personnel de l'auteur. Il correspond à un désir de remonter aux sources manufacturières de produits chargés d'émotion et de raffinement (montres mécaniques), mais aussi de complexité technologique et de précision (systèmes et appareils microtechniques) qui correspondent si bien à la culture industrielle suisse, à celle de l'Arc jurassien en particulier.

Le huitième chapitre présente les résultats d'une enquête approfondie menée auprès de vingt-cinq entreprises typiques des filières de production de montres mécaniques et d'appareils de microtechnique. Tout d'abord, il montre les profils technologiques des firmes interrogées en matière de CIM, sous forme de tableaux qui servent de référence descriptive pour les analyses ultérieures menées dans le chapitre 9. Puis, il commente le taux de diffusion des diverses composantes de CIM au sein des deux industries choisies pour notre enquête. Enfin, il met en évidence le degré d'intégration interne et externe de la production dans les entreprises interrogées.

Les neuvième et dixième chapitres de cet ouvrage procèdent à la vérification des hypothèses de recherche que les chapitres dédiés à la théorie du changement technologique nous ont suggérées. Le chapitre 9 analyse l'influence de l'environnement de marché et celle de l'organisation des activités de production entre

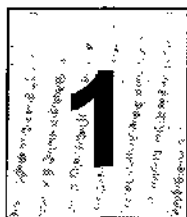
firmer sur la diffusion de CIM. Le chapitre 10 examine le rôle du contexte de production et celui du milieu socio-économique industriel sur la diffusion de CIM.

Il sera alors temps d'apporter une conclusion, en répondant aux questions suivantes:

- ☐ Qu'apporte cette thèse par rapport à la conceptualisation de CIM?
- ☐ Quels sont les apports et les problèmes relatifs à l'analyse contextuelle de l'innovation technologique?
- ☐ Quelles sont les orientations de recherche nouvelles que l'on peut imaginer dans le prolongement de cette thèse?

PARTIE I

**L'intégration des
processus de
production dans
l'industrie**



Les dysfonctionnements de la production industrielle

Les entreprises avaient appris à vendre ce qui était produit. Aujourd'hui, elles doivent produire ce qui a déjà été vendu. Comme les exigences des marchés évoluent vite, l'anticipation devient difficile et la production sur stocks risquée. Il en résulte que les flux de pilotage de la production s'inversent, partent des marchés. Ces flux doivent être aussi rapides que possibles, pour parer à l'obsolescence des produits, mais aussi au mécontentement du client que la production sur stocks avait habitué à acheter sans attendre.

Les usines se retrouvent confrontées à un dilemme cornélien: le maintien de séries longues de produits est techniquement faisable, mais très risqué sur le plan commercial, les débouchés n'étant plus assurés; à l'inverse, une orientation sur plusieurs séries courtes présente certains atouts commerciaux mais réclame de fréquentes interruptions des processus de production. Ces dernières allongent les temps "morts" de fabrication, liés par exemple au changement d'outils ou à des mises en train. De ce fait, les cycles de fabrication s'allongent aussi. C'est donc le mécanisme central d'obtention des gains de productivité de l'organisation taylorienne-fordienne qui se trouve bloqué, puisque la minimisation des temps opératoires -sur laquelle repose ce mécanisme- est annihilée par l'augmentation des temps "morts", qui étaient quasi inexistants avec la stabilité des processus de production.

La rapidité des flux de production exige l'intégration conceptuelle et l'exécution en parallèle de tâches auparavant séquentielles. Elle demande également un accès aisé et immédiat à l'information pertinente. Par ailleurs, elle nécessite une qualité élevée et constante, car les rebuts et les erreurs ralentissent les processus.

Réorganisation, coordination, gestion de l'information et maîtrise de la qualité: on touche là au cœur de la transformation industrielle en cours.

Dans les conditions manufacturières actuelles, il s'agit non seulement de produire plus vite, mais aussi mieux, à moindre coût, dans une plus grande variété et dans de plus petites séries, tout en incorporant davantage de services dans le produit (livraison rapide, service après-vente, maintenance, formation, etc.) et en respectant certaines valeurs de société. Cette sorte de "quadrature du cercle" ressort de la majorité des études consacrées aux enjeux de la transformation industrielle¹.

Ces difficultés résultent principalement d'une contradiction fondamentale: le maintien de structures et de pratiques industrielles héritées du "taylorisme" et du "fordisme" dans des conditions où prédomine la capacité à répondre rapidement à des évolutions fréquentes et imprévisibles de la part du marché (BOYNTON, 1993). Comme l'indique une vaste enquête de l'OCDE sur les technologies de production avancées (OCDE, 1993), dans de nombreux cas, l'industrie manufacturière mondiale continue encore à gérer une situation dictée par la demande avec les raisonnements et les outils adaptés à une situation déterminée par l'offre. Néanmoins, il est clair que certaines activités industrielles sont encore partiellement, voire pas du tout, confrontées à ces nouvelles conditions de production.

Pour les entreprises, il ne s'agit donc pas de passer aveuglément d'un extrême à l'autre. Souvent, tout l'art de la transformation consiste à conserver le système traditionnel là où il reste rentable et à modifier les parties du processus de production pour lesquelles il n'est plus adapté. Dans cette optique, les entreprises doivent chercher à identifier les processus d'activités pour lesquels elles ne sont plus capables de générer une valeur ajoutée significative pour le client. Elles doivent ainsi chercher à améliorer les points sensibles de leur chaîne de valeur. Le concept de chaîne de valeur proposé par Porter (1985) représente l'entreprise comme un ensemble d'activités complémentaires dont la réalisation individuelle et la

¹ Cette question fait l'objet de nombreux ouvrages. Parmi d'autres, Béranger (1987), Clark et Wheelwright, (1988), Hammer (1991) ou encore Allen et Scott Morton, (1993) apportent un éclairage intéressant.

coordination génèrent une valeur ajoutée pour le client. Les dysfonctionnements productifs ne sont donc rien d'autre qu'une incapacité de l'entreprise à réaliser et/ou à coordonner ses propres activités, ainsi que celles qui la relient à des fournisseurs, d'une part, et à des distributeurs et des clients, d'autre part.

Dans le présent ouvrage, le concept de chaîne de valeur comporte une double utilité: il permet de positionner les dysfonctionnements productifs de l'entreprise par rapport à la création de valeur; il permet de situer les composantes de CIM par rapport à la création de valeur. Il importe donc de le définir, de même que la notion de " système de valeur " qui en constitue le prolongement au niveau méso-économique, à l'échelle des relations entre firmes.

1.1 Les concepts de chaîne de valeur et de système de valeur

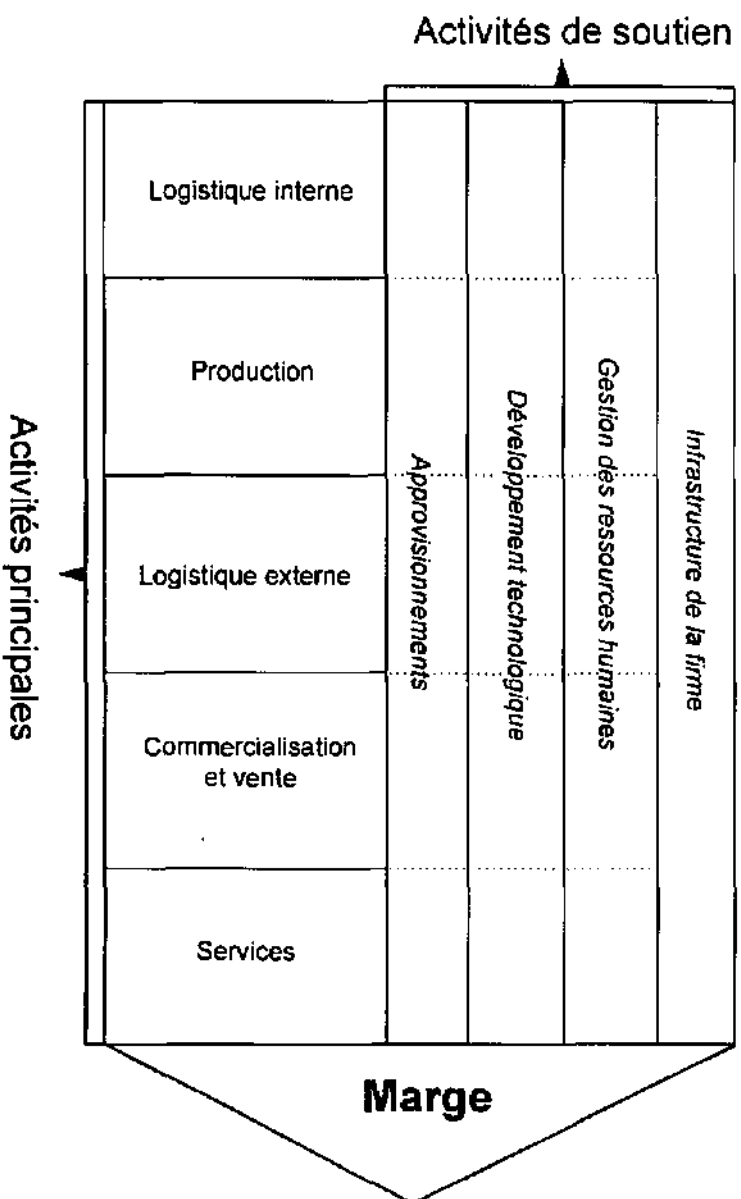
Les concepts de chaîne de valeur et de système de valeur sont issus des travaux de Porter (1985). Comme ils seront fréquemment utilisés dans la suite de cet ouvrage, il est judicieux de les définir.

La chaîne de valeur se définit comme l'ensemble organisé des activités qu'une entreprise réalise dans le but d'offrir un produit et/ou un service à sa clientèle. Les activités que comprend la chaîne de valeur peuvent être subdivisées en deux catégories:

- ☐ les activités principales, qui incluent la fabrication, le marketing, la livraison et le service après-vente et sont associées directement au produit fini,
- ☐ les activités de soutien, telles que la gestion stratégique et financière, l'approvisionnement, la maîtrise technologique des processus et la gestion des ressources humaines qui permettent aux activités principales d'être opérées dans les meilleures conditions possibles.

La figure 1.1 représente une chaîne de valeur standard. L'importance accordée à chacune de ces activités varie selon le segment industriel dans lequel une firme entend être compétitive. Dans l'industrie informatique, la R&D et la maîtrise technologique des

Figure 1.1 : exemple de chaîne de valeur



Source: adapté de Porter (1985)

processus est cruciale pour la conception et la fabrication des ordinateurs, alors que le marketing et la distribution sont essentiels pour la commercialisation de ces produits.

La chaîne de valeur constitue un véritable réseau d'activités interdépendantes connectées entre elles par des liens. Un lien apparaît lorsque la manière dont une activité est réalisée a une incidence sur le coût et l'efficacité d'autres activités. Par conséquent, la qualité des liens au sein de la chaîne de valeur joue un rôle déterminant pour la performance d'ensemble de cette dernière. Si ces liens sont bien établis et bien gérés, les activités sont bien coordonnées, ce qui rend l'entreprise efficace. Or, c'est précisément l'amélioration de la coordination des activités que vise l'intégration des processus de production. CIM n'est donc rien d'autre qu'un ensemble de mesures destinées à améliorer l'efficacité de la chaîne de valeur des firmes.

Une entreprise dispose d'une chaîne de valeur efficace lorsqu'elle optimise:

- ☐ la réalisation et la coordination de chacune de ses activités,
- ☐ les relations avec ses clients et fournisseurs.

Ce dernier point nous amène à considérer le concept de système de valeur, qui transpose l'idée de la chaîne de valeur du niveau micro-économique (la firme) au niveau méso-économique (le groupe de firmes).

Le système de valeur se rapporte à un groupe d'entreprises autonomes et complémentaires qui réalisent successivement les étapes de production d'un bien ou d'un service, en partant des matières premières pour arriver au client final (PORTER, 1985). Toutefois, un système de valeur ne correspond pas une filière de production pour deux raisons. D'une part, il se limite à des groupes d'entreprises impliquées dans la production d'un seul et même type de bien identifiable par une marque commerciale (par exemple, les voitures Ford ou les ordinateurs Apple). Il ne porte donc pas sur l'ensemble d'un secteur industriel. D'autre part, il suppose davantage que des relations marchandes entre les firmes. Dans la lignée de Porter, Johnston et Lawrence (1988) parlent de "partenariat de valeur ajoutée", qu'ils définissent -en s'appuyant sur Williamson (1975)- comme une forme intermédiaire de relations économiques située entre

les transactions de marché pures et le contrôle hiérarchique. La position intermédiaire du partenariat vient du fait que les rapports entre firmes ne sont pas régis par le seul mécanisme des prix. Les entreprises d'un même réseau coopèrent, s'entraident techniquement, financièrement et socialement. Il arrive à des sociétés concurrentes de partager des informations stratégiques ou même de se répartir certaines commandes trop importantes pour les capacités individuelles de chacun (JOHNSTON ET LAWRENCE, 1988). Altersohn (1992) précise encore d'avantage la notion de "partenariat":

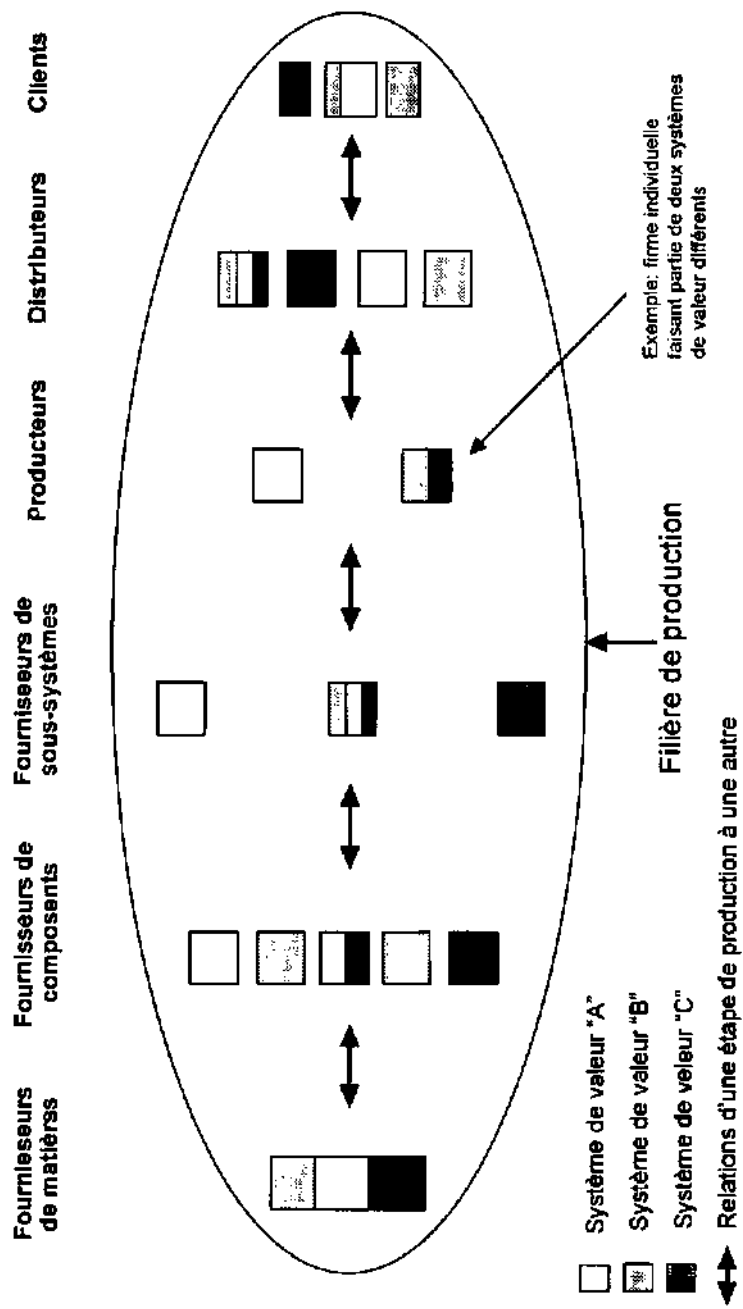
Encadré N°1: définition du partenariat industriel

"Le partenariat qualifie toute forme de coopération qui associe durablement des agents socio-économiques en vue d'atteindre des objectifs choisis d'un commun accord avec pour conséquence l'établissement de relations structurelles." Altersohn (1992)

La figure 1.2 illustre de manière simplifiée le concept de système de valeur et le distingue clairement de la notion plus globale de filière de production. Au sein d'un même système de valeur, le partenariat comporte deux orientations possibles, observées du point de vue du producteur final d'un bien: vers l'amont et vers l'aval. Le partenariat amont lie un producteur final à des fournisseurs, à des sous-traitants ou à des prestataires de services. Le partenariat aval permet à un producteur final d'organiser avec ses réseaux de distributeurs et de détaillants une coopération dépassant le stade des relations commerciales habituelles.

Soumises à des pressions grandissantes de la part des marchés, les entreprises cherchent à améliorer leurs performances. Toutefois, il arrive que certaines d'entre elles consentent de gros efforts d'amélioration et ne récoltent que des résultats décevants. Ce paradoxe est dû à une erreur dans l'identification des sources de dysfonctionnement de la production. La première étape dans la recherche de l'amélioration des performances productives consiste donc à reconnaître l'origine réelle des problèmes de production et à ne pas opérer de confusion entre la cause et l'effet des problèmes.

Figure 1.2: représentation du concept de système de valeur



1.2 La reconnaissance de l'origine des problèmes productifs

Depuis quelques années, les entreprises ont largement pris conscience d'un durcissement des conditions concurrentielles. Elles perçoivent également des défaillances dans leur manière traditionnelle de produire. Toutefois, il arrive que ces perceptions reposent sur des constats erronés. Bien des industriels pensent s'attaquer au coeur du problème en traquant les excès de stocks, en forçant leurs employés à agir vite ou en taillant tout azimut dans les coûts de production. Mais tirent-ils sur les bonnes cibles? Trop évidentes, ces lacunes ne sont-elles pas plutôt les effets visibles de dysfonctionnements moins perceptibles, eux-mêmes dus à des causes profondes qu'on n'attaque rarement de première main?

En matière de dysfonctionnements de production, il est impératif d'éviter les leurres. La réussite de toute démarche de transformation est à ce prix. Mais, entre effets visibles, dysfonctionnements et causes d'inefficacité, la distinction n'est pas aisée. De nombreux adeptes de la restructuration se sont déjà fourvoyés.

Zipkin (1991) illustre ce phénomène à l'aide de l'exemple du juste-à-temps. Envoûtées par la perspective de produire juste ce qu'il faut au bon moment, trop d'entreprises ont commencé par supprimer les stocks avant de supprimer le besoin de stocks. Le résultat fut éloquent: les délais et les coûts ont augmenté, alors qu'ils devaient sensiblement diminuer. Ce paradoxe s'explique facilement. Il n'est pas rentable, mais au contraire nuisible, de supprimer des stocks tant que ceux-ci ne sont qu'un palliatif à des pannes incessantes, à des malfaçons ou à des ordres de travail contradictoires. En revanche, ils peuvent être réduits au minimum dès lors que les processus de production deviennent fluides et fiables et que les pannes sont désamorçées grâce à une maintenance préventive bien maîtrisée.

D'autres exemples sont également édifiants. On automatise les magasins au lieu de réduire les besoins en stocks, on robotise la manutention au lieu de réduire et de simplifier les trajets de pièces. De même, on informatise des processus rigides et peu efficaces, au lieu de remettre ceux-ci en question. Ainsi, l'informatique intègre et

accélère des séquences de travail boiteuses avec pour résultat inattendu...une aggravation de la situation productive² (PROCTER et al., 1994; PERRUCHOU, 1994).

Selon Duimmeric et al. (1993), ce paradoxe -investir et aggraver sa situation- caractérise davantage l'industrie américaine et européenne que son homologue japonaise. L'industrie occidentale s'est attardée longtemps sur les symptômes des maux dont elle souffre, plutôt que de s'attaquer d'emblée à leurs causes. Or, ce constat est préoccupant, car, à force de trouver un moyen pour rendre les problèmes supportables, on finit par perdre de vue leur solution.

Il est donc primordial de ne pas confondre les éléments qui perturbent le fonctionnement des usines avec les perturbations qu'ils occasionnent. Mais, ce qui est vite écrit est moins vite fait, car, en remontant le fil des apparences, la perception des problèmes ne s'éclaircit pas.

Au premier abord, cinq appâts s'offrent en pâture aux chasseurs de tares de production:

- ☐ des surplus de stocks,
- ☐ des délais trop longs,
- ☐ des coûts exagérés et évitables,
- ☐ des produits défectueux,
- ☐ un manque ou une incapacité d'adaptation à des demandes imprévues.

Cette liste noire est séduisante, car vite établie et compréhensible de tous. Mais, s'il est exact qu'elle est indissociable d'une dégringolade des ventes des firmes, elle n'en est, malgré tout, pas le responsable immédiat. Dès lors, où se trouvent les vrais responsables?

² Pour remédier à ce problème fréquent, les centres de compétences CIM en Suisse incitent les entreprises à revoir leur organisation avant de la moderniser. Mais ce message ne plaît pas forcément aux responsables industriels dont le pouvoir interne a plus à craindre d'une réorganisation que d'investissements informatiques.

En partant à la découverte des usines et en évoquant leur évolution récente avec leurs dirigeants, on observe, au-delà de conséquences visibles, des problèmes de production très concrets. En voici une liste représentative³:

- ☐ des "aller-retour" incessants de schémas et de pièces entre départements, parfois entre filiales, d'une même firme et avec les fournisseurs et les clients,
- ☐ un fort besoin de stocks de sécurité à tous les stades de la chaîne de production,
- ☐ en de multiples endroits, des lots entiers de pièces en attente d'être traitées,
- ☐ des erreurs ou des doublons dans la saisie de l'information,
- ☐ des échanges d'informations ratentis, bloqués ou même impossibles entre opérations de production,
- ☐ des difficultés pour tracer le cheminement des produits lancés en fabrication,
- ☐ des estimations de délais et de coûts plus qu'approximatives, extrapolées de résultats passés et non pas établies en fonction de la charge de production en cours ou à venir,
- ☐ de sérieuses difficultés à positionner les produits lancés en fabrication, ce qui rend quasi impossibles les changements de priorité productives à court terme,
- ☐ de longs délais de reconversion des méthodes et des équipements de production,
- ☐ des surcoûts liés à des lacunes de communication entre services dans l'entreprise,
- ☐ la taille minimale requise pour lancer des séries en fabrication est élevée, ce qui implique soit le refus de commandes en

³ Entre 1992 et 1995, l'auteur de cet ouvrage a visité différents types d'entreprises suisses actives dans le domaine des microtechniques et de l'horlogerie. Pour plus de détails concernant ces enquêtes, se reporter à la Partie 3.

petites quantités, soit leur acceptation au prix d'une augmentation des stocks.

Une fois identifiés, ces dysfonctionnements ont l'avantage d'être suffisamment explicites pour déclencher une réaction rapide de la part des industriels. Or, c'est justement à partir du moment où ces derniers réagissent qu'ils découvrent les véritables causes de leurs difficultés. En effet, c'est en s'interrogeant sur les "aller-retour" de pièces, sur la mauvaise circulation de l'information ou encore sur le besoin de stock qu'ils comprennent que leurs produits sont conçus de manière trop compliquée, que leurs employés ne dialoguent pas assez ou que leur système d'information est un puzzle dont plusieurs pièces clés sont manquantes.

Ce genre d'interrogations est sain, mais il est pénible et prend parfois des allures de parcours initiatiques. Il arrive, en effet, que les dirigeants prennent pour des révélations certains secrets connus depuis des lustres dans les ateliers ou les bureaux. Mais, depuis plus de dix ans, la recherche en économie industrielle rend le monde de la production, heureusement, moins opaque. En agrégeant les constats de plusieurs auteurs, à savoir Schonberger (1982), Bounine et Suzaki (1986), Beranger (1987), puis Hayes et Jaikumar (1988), Scheer (1991), Clark et Wheelwright (1992) et McCutcheon et al. (1993) il est possible de situer les causes profondes des problèmes de l'industrie manufacturière dans:

- ☐ le manque de coordination entre activités complémentaires,
- ☐ les lacunes de la gestion de l'information,
- ☐ la complexité des produits,
- ☐ l'inadéquation des principes d'innovation et d'apprentissage,
- ☐ la complexité des flux physiques,
- ☐ l'inadéquation des principes de contrôle,
- ☐ l'existence de défauts de fabrication et d'erreurs de gestion,
- ☐ le manque de fiabilité et de flexibilité de l'équipement,
- ☐ l'inadéquation des principes de productivité,

C'est donc sur ces derniers facteurs que la transformation industrielle doit directement porter, même si le chemin d'explication des problèmes productifs fait un détour par les effets visibles et les dysfonctionnements résultants de ces facteurs (Figure 1.3). Pour cette raison, une analyse détaillée de chacun de ces facteurs perturbateurs s'avère opportune.

1.3 Les dysfonctionnements de la production industrielle

Par rapport au concept de chaîne de valeur, il est possible de distinguer trois catégories de dysfonctionnements de production, selon le type d'activités qu'ils affectent:

- ☐ la conception des produits,
- ☐ la fabrication des produits,
- ☐ la logistique des produits,

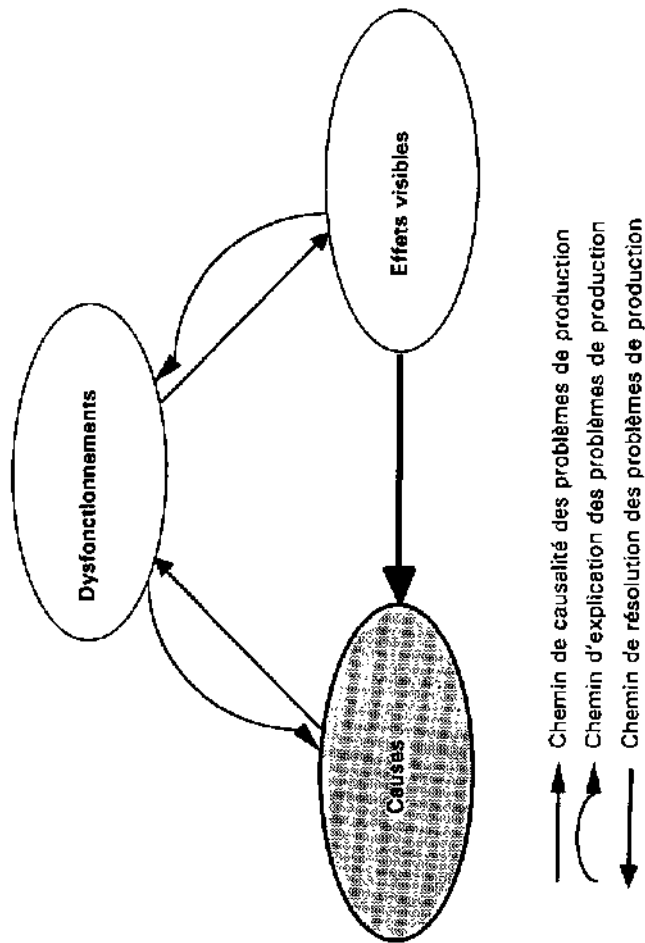
1.3.1 Dysfonctionnements liés aux activités de conception des produits

A. La complexité des produits

De nos jours, de nombreux produits issus de l'industrie manufacturière sont intrinsèquement complexes. Il suffit de penser à un micro robot médical, à un centre d'usinage ou à une voiture. Plusieurs centaines ou milliers de pièces de nature technique différente composent ces produits et, entre elles, d'innombrables interactions sont possibles.

Dans ces conditions, comme le souligne Stalk et al. (1993) à propos des constructeurs japonais de voitures et de matériel hi-fi, la complexité provient tout d'abord des bureaux de conception. Bien souvent, les ingénieurs de conception se laissent entraîner dans des développements de nouveaux composants et sous-ensembles, alors

Figure 1.3: enchaînement logique des causes, symptomée et effets des problèmes productifs



même que des éléments déjà existants pourraient être utilisés tels quels ou moyennant quelques adaptations⁴.

Il en résulte une explosion combinatoire de dessins, de nomenclatures et de composants qui deviennent toujours plus difficiles à exploiter. La conception assistée par ordinateur (CAO) n'améliore pas forcément cette situation, puisqu'on l'utilise autant pour créer de nouveaux éléments que pour rationaliser l'existant. Le perfectionnisme exagéré et le défi technique poussent les concepteurs à rechercher sans cesse de nouvelles variantes, sans se soucier véritablement des besoins et des moyens des clients.

Toutefois, à la décharge des concepteurs, il convient de relever que ce phénomène est le corollaire inévitable de stratégies de production mal pensées. Des stratégies qui, sous le couvert de la satisfaction totale d'une clientèle de haut de gamme, masquent une incapacité à cerner les besoins de la clientèle de masse⁵. Il arrive également que la production de masse inquiète de petits industriels qui ne tiennent pas à grandir de manière incontrôlée, raison pour laquelle ils se confinent dans un monde de complexité restreint à une demande confidentielle.

Les départements commerciaux ne sont pas non plus innocents en matière de complexité des produits. Se fondant sur l'adage plus que jamais légitime "le client est roi", les gens du marketing et du service à la clientèle ne lésinent pas sur les spécifications exclusives, ni sur les modifications tardives, qui sont apparemment impératives si l'on entend conserver tel ou tel client.

Garel (1993) rappelle qu'une entreprise comme Renault gère annuellement près de 70'000 modifications de produits, tous projets confondus. Et quand on sait qu'une modification sur une pièce peut en amener d'autres ailleurs, on comprend que la complexité s'installe et alourdisse les processus de production. Retards, difficultés de

⁴ Dans ces conditions, on conçoit aisément que des méthodes d'analyse de la valeur des produits (CI, Chapitre 4) soient incluses dans la formation des ingénieurs. Encore trop rarement, semble-t-il, en Suisse, selon certains industriels.

⁵ Selon McCutcheon et al. (1994), l'industrie américaine de la machine-outil offre un exemple typique de ce genre de stratégies. Il est sans doute possible d'élargir cet exemple à partir d'autres fabricants de machines-outils localisés dans une région montagneuse de la Suisse réputée pour ses montres.

manipulation, défauts, modifications tardives, retours et remise en cause conceptuelle après lancement de séries importantes ne peuvent qu'allonger le délai de mise sur le marché et faire exploser les coûts.

Par ailleurs, la complexité des circuits de fabrication et des flux d'information guidant les produits tout au long du cycle de production, ainsi que le manque de coopération entre les responsables des activités impliquées dans la réalisation d'un nouveau produit ne facilite pas la tâche des concepteurs.

En apparence, la complexité des circuits de fabrication n'est pas une fatalité. Mais, en pratique, elle est fréquente, pour des raisons qui touchent davantage à la "géopolitique" des ateliers qu'à la complexité réelle des opérations à effectuer. En effet, au fil des ans, certaines routines de travail s'établissent en contradiction avec la logique technique de production -hors du circuit théorique idéal- mais en parfaite cohérence avec la conception très personnelle des agents des méthodes et des chefs d'ateliers.

Cette conception se fonde bien plus sur l'expérience de production et sur des critères humains, d'ordre psychologique, liés à des préférences professionnelles et personnelles. Les produits sont donc également compliqués parce que les hommes ne "fonctionnent" pas de manière simple, ce qui rend toute démarche de simplification plus ardue qu'il n'y paraît.

B. Le manque de coordination des activités de conception et de marketing

Le manque de coordination entre fonctions est très visible au niveau de la fonction marketing (CESPEDES, 1994) et de la conception des produits (GERWIN, 1993). Cette dernière est tributaire, d'une part du marketing, censé fournir rapidement les spécifications des clients, et, d'autre part des différents responsables de fonctions situées en "aval" de la conception, censés expliciter toutes les contraintes de fabrication (usinage, montage, etc.), de conditionnement et même de transport des produits.

Pourtant, combien de nouveaux produits, ignorant les spécifications et les contraintes de production, incorporent des composants non standards et difficiles, voire impossibles, à traiter ultérieurement dans la chaîne de fabrication. Il s'en suit généralement

de multiples inadaptations génératrices de modifications et d'aller-retour entre stades productifs (ROBERTSON, 1993).

Les risques et l'ampleur de ces dysfonctionnements augmentent de manière exponentielle lorsque les activités de conception sont éclatées entre plusieurs firmes spécialisées, détenant chacune une partie des compétences nécessaires (DYER et al., 1993). Lorsque la coordination entre entreprises complémentaires n'est pas efficace, les surcoûts et les retards dans le lancement de nouveaux produits sont alors inévitables.

De manière générale, la coordination entre partenaires au sein d'un projet de nouveau produit représente un point sensible, sinon le plus sensible, du fonctionnement de l'industrie manufacturière, parce qu'elle est susceptible de cumuler l'ensemble des dysfonctionnements propres à chaque unité et de les répercuter sur le fonctionnement global du groupe ou du réseau industriel.

C'est pourquoi on assiste à une véritable montée en puissance de différents types de partenariats industriels, plus ou moins contraignants et durables (ALTERSOHN, 1990; PERLMUTTER, 1992) et, surtout, toujours plus bâtis sur les réseaux informatiques⁶ (PACHE et al., 1993; VENKATRAMAN, 1994). Plus que jamais, l'économie industrielle semble opérer entre marché et hiérarchie, conformément à l'intuition de Williamson (1975).

A tous les niveaux, il résulte avant tout de rivalités personnelles et de guerres de prestige entre responsables de départements ou d'unités, comme le démontrent Hirschhorn et al. (1992), à propos des diverses frontières psychologiques existant à l'intérieur et entre les organisations.

C. L'inadéquation des principes d'innovation et d'apprentissage

Le modèle taylorien-fordien n'est certainement pas statique. Mais il se caractérise par le fait que l'innovation (produits, procédés) et

⁶ Cette question est de première importance pour la problématique CIM et elle sera discutée en détail dans le second chapitre de cet ouvrage.

l'apprentissage s'y réalisent par paliers, au sein de séquences temporelles et de structures organisationnelles bien définies.

C'est ce que Kline et Rosenberg dénomment le modèle d'innovation linéaire (1992). Innovation et apprentissage apparaissent comme des détours de production, clairement découplés des phases de fonctionnement industriel courant, tendant à la stabilité, à la régularité et à la reproduction du savoir et de procédures institués.

La théorie économique elle-même avait intériorisé cette coupure, en se désintéressant largement du moment de la construction de ressources nouvelles, pour ne plus voir dans la fonction de production qu'un processus d'allocation de ressources données. Ce n'est qu'avec l'apparition de courants scientifiques tels que la construction sociale de la technologie (EDGE et WILLIAMS, 1991) que ce biais tend à être corrigé.

Sur la plan pratique, cette coupure s'est exprimée dans la constitution de deux mondes bien séparés dans l'univers industriel, fonctionnant selon des normes très différentes: le monde de la conception des moyens et des produits, relativement informel quant aux procédures et le monde puissamment normé et formalisé de l'exécution, du régime d'exploitation courant.

Cette dissociation entre innovation et production, entre apprentissage et routine n'est plus de mise, car une course poursuite s'engage entre la vitesse de renouvellement des produits et des procédés et la vitesse d'apprentissage des collectifs de travail qui permet d'aboutir à ce genre d'innovation (MINTZBERG, 1991; KIM, 1993).

Cet apprentissage porte sur l'expertise et la mise en ordre d'événements rarement prévisibles. Il s'agit de mettre le savoir en relation avec des situations spécifiques et d'analyser ces situations en termes d'enchaînement de causes à effets, dans des arbres décisionnels d'événements possibles.

Dans ce contexte, la communication interpersonnelle joue un rôle crucial, puisqu'il s'agit de se mettre d'accord, à la fois sur des objectifs communs et sur les interactions que nécessite la réalisation de ces objectifs. Voilà pourquoi le développement des produits, dans des entreprises performantes, fait l'objet de démarches d'ingénierie concourante, où toutes les activités et les informations impliquées,

depuis les spécifications d'un nouveau produit jusqu'à sa distribution, sont intégrées, dès le début d'un projet, dans des processus parallèles et itératifs. On favorise ainsi la circulation de l'information, la définition d'objectifs réalisables d'un bout à l'autre du processus de production et, donc, on réduit le coût et le délai de mise sur le marché des produits.

Ce phénomène fondamental ne concerne plus seulement la firme. Les collectifs de travail -délimités par des produits et des services destinés à des marchés finaux de consommation- s'étendent très souvent à des réseaux de partenaires industriels. Un des principaux enjeux pour l'industrie réside donc dans l'intégration des activités d'innovation, d'apprentissage et de production à l'échelle des réseaux de production qui forment les frontières opérationnelles des firmes, et non pas leurs frontières juridiques.

Malheureusement, pour beaucoup d'industriels habitués à une autonomie séculaire, ce raisonnement reste encore difficile d'accès, voire même incongru. La coopération entre firmes reste souvent un tabou et certains préfèrent connaître des difficultés ou même disparaître seuls, plutôt que de trouver des solutions à plusieurs. A l'heure actuelle, l'industrie de la machine-outil suisse n'en fournit-elle pas un exemple significatif (HENNARD, 1994)?

1.3.2 Dysfonctionnements liés aux activités de fabrication des produits

A. L'inadéquation des principes de productivité de l'équipement

Ce n'est un secret pour personne: depuis Taylor, la mesure de la performance s'est fondée sur l'opération élémentaire. Charlie Chaplin a d'ailleurs immortalisé ce principe dans son oeuvre légendaire intitulée *Les "Temps Modernes"*, décrivant la condition ouvrière du travail à la chaîne rythmé par des cadences de production mécanisées. De nos jours, le travail à la chaîne n'a pas disparu, mais sa légitimité sociale et son efficacité économique sont tout de même sérieusement remises en cause.

Selon Picon et Veltz (1994), le modèle taylorien-fordien entre en crise lorsque que le contexte industriel exige des entreprises qu'elles optimisent l'interaction entre opérations productives, plutôt

qu'elles minimisent le coût individuel de ces demières. Dans le contexte industriel actuel, caractérisé par une complexité et une interdépendance croissante des facteurs de production, on peut estimer que l'interaction prend le pas sur l'opération.

L'efficacité est directement reliée à la densité des interactions que le taylorisme cherche justement à économiser⁷. Or, les principes traditionnels de productivité industrielle fondés sur l'opération élémentaire demeurent largement répandus. Dans le contexte industriel émergent, ils provoquent des dysfonctionnements de plus en plus criards.

En premier lieu, ces principes se basent sur une réduction obsessionnelle des temps unitaires d'exécution. Pour digérer des coûts énormes de mise en train et de reconversion de l'équipement spécialisé - le plus productif en régime de stabilité des marchés - le modèle taylorien-fordien suppose donc de très grandes séries de lancement des pièces dans le cycle de fabrication. Ce faisant, il génère des temps d'attente de poste à poste - ceux-ci travaillant en général à des rythmes différents - ,ce qui accroît évidemment le besoin de stocks d'en-cours. (McCUTCHEON et al., 1994).

En prônant le respect inconditionnel du temps standard par opération, on décourage les améliorations locales. Le principal objectif de l'ouvrier est le respect du standard, plutôt que d'améliorer l'organisation ou le fonctionnement, car ceci aurait pour effet de l'éloigner du temps standard.

Lorsque les séries de pièces sont plus courtes et changeantes, une telle attitude génère pourtant des coûts cachés, des gaspillages de matière, d'énergie, d'informations et de temps qui ne sont pas flagrants en cas de production homogène destinée à un marché où les débouchés apparaissent assurés et où les ajustements temporaires peuvent se réaliser grâce aux stocks (COHENDET et al., 1990).

⁷ La coopération statique, programmée, du modèle taylorien-fordien doit ainsi faire place au développement d'une coopération dynamique, non programmable. Cette coopération dynamique repose notamment sur la coordination "croisée", verticale ET horizontale, symbolisée par les équipes de projets censés articuler les acteurs du cycle productif selon leur compétences et non plus selon leur position dans la hiérarchie fonctionnelle (VELTZ et al., 1994).

Par ailleurs, le régime productif taylorien-fordien table sur une stabilité durable de la demande. Il tend à considérer la séquence des opérations - et donc l'organisation du travail - comme immuable, alors que le renouvellement fréquent des gammes de produits imposé actuellement par le marché exige un réajustement fréquent des flux d'activités - des processus - dans les ateliers comme dans les bureaux (HAMMER, 1993).

C'est ce qui explique le succès foudroyant des méthodes telles que le "Reengineering" ou la gestion de la qualité totale (TQM), orientées sur la reconception des processus à partir des besoins du client⁸. De ce fait, les coûts d'interaction entre opérations deviennent cruciaux, poussant à optimiser des éléments de type "interactif" tels que les flux de matière de pièces et d'information, dans et entre les entreprises (PACHE et al., 1993). D'où l'importance croissante prise par la fonction logistique, dans l'industrie comme dans bien d'autres activités économiques.

Pourtant, les coûts d'interaction liés à un processus ou à un équipement restent sous-estimés et entrent rarement dans le calcul de rentabilité. Comme le soulignent Picon et Veltz (1994), le modèle taylorien considère que la performance agrégée d'un ensemble d'opérations est une fonction additive de la performance locale de chacune des opérations.

Il suffit d'observer les chaînes de montage traditionnelles des fabricants d'automobiles pour retrouver ce principe d'efficacité séquentielle et additive. Cette dernière prend forme, non seulement dans l'enchaînement des gammes d'opérations, mais aussi dans l'architecture des dispositifs techniques et des séquences planifiées de la production. Et c'est en cohérence profonde avec cette conception additive et séquentielle de l'efficacité que se sont mis en place les grands outils de gestion, autour de la comptabilité analytique, outils centrés sur la réduction des coûts de production et la rentabilité des produits et qui assurent le lien avec la rentabilité par l'intermédiaire de la vitesse de rotation des capitaux.

En fait, le modèle d'efficacité séquentielle considère la communication entre personnes et la coopération comme des facteurs

⁸ Ces méthodes sont présentées dans le Chapitre 2 de cet ouvrage.

perturbants des séquences planifiées d'opérations. Or, l'efficience globale, qui se mesure en délais et en flexibilité autant qu'en coûts, n'a presque rien à voir avec la productivité des opérations élémentaires.

Prenons l'exemple des industries d'assemblage de produits complexes, mettant en jeu de très nombreux fournisseurs (aéronautique, microtechnique, robotique, horlogerie, etc.). L'efficience globale dépend surtout de la qualité du système de gestion des flux, de la précision des "rendez-vous" de composants⁹ et de la capacité organisationnelle à reconfigurer en permanence cette gestion, qui ne peut pas être rigide ou programmé à l'avance, sous peine d'amplifier les dérives locales d'un ou plusieurs fournisseurs.

B. Les "non-qualités" dans la fabrication des produits

Il suffit souvent qu'une seule pièce soit défective dans un lot fabriqué à l'intention d'une commande pour qu'il s'avère impossible de livrer le client dans les délais prévus. La parade habituelle, de plus en plus décriée, consiste à fabriquer des quantités supérieures aux besoins. Là encore, augmentation des stocks et des coûts.

Aussi, la traque systématique aux non-qualités s'organise. Mais à quoi se réfèrent ces non-qualités? Quelques exemples valent mieux qu'une définition vague. En termes abstraits, il s'agit de défauts et d'erreurs.

Dans les ateliers, elles se produisent principalement lors de la fabrication d'une pièce (matière première de mauvaise qualité, usinage imprécis ou erroné, pièce déformée suite à un incident, etc.) ou lors de l'assemblage de plusieurs pièces (oubli d'une pièce ou d'une opération, composant monté par erreur, etc.).

Dans les bureaux, elles apparaissent sous formes d'erreurs de saisie, de rédaction ou de procédures dans le traitement des commandes et dans la réalisation de plans. Certaines non-qualités sont répétitives dès leur apparition, d'autres sont occasionnelles.

⁹ Ces "rendez-vous" de composants ont lieu en certains points tels que des centres de "groupage-dégroupage", des gares de triages ou des aéroports. Paché et al. (1993) estiment que la précision de ces rendez-vous constitue un pilier de la gestion en juste-à-temps pratiquée par les entreprises travaillant en réseau, bien souvent dans un espace productif international.

Toutefois, les défauts et les erreurs ne sont pas tous dus à l'incompétence, aux oublis ou aux négligences des hommes. Ils proviennent aussi de l'organisation du travail, des processus de production (manque de fiabilité de l'équipement, par exemple) ou de causes externes (fournisseurs, clients, etc.)

C. Les lacunes des équipements

Les aléas de production -rebuts, pannes et incidents de machines- sont l'un des fléaux majeurs de l'industrie. Elles constituent un obstacle important à l'écoulement rapide des produits dans une usine. L'indisponibilité des équipements résulte de leur manque de fiabilité et de la difficulté à en assurer la maintenance.

Le manque de fiabilité explique la fréquence élevée des pannes et incidents. La difficulté à assurer la maintenance d'une machine s'exprime par de longs délais de réparation et de mise au point (BERANGER, 1987).

Les pannes sont parfois dues à des insuffisances dans la conception des machines et souvent à la façon dont elles sont utilisées. La nature des pannes est très diverse, ce qui rend leur prévision difficile. C'est pour cette raison que, traditionnellement, les services d'entretien attendent les incidents, puis y remédient, au lieu de chercher à les prévenir.

L'impératif d'une usine étant de produire, les machines sont utilisées le plus possibles. On ne trouve pas toujours le temps de les nettoyer et de les entretenir. Même s'il est connu que la saleté accumulée peut nuire au fonctionnement des machines¹⁰.

Par ailleurs, sur des machines traditionnelles, le temps de changement d'outil -aussi dénommé temps de reconversion- pèse lourdement sur le temps de fabrication des petites séries. En effet, le temps de reconversion est un temps fixe dont la répartition unitaire par pièce diminue avec l'augmentation de la taille des séries. Il limite donc

¹⁰ Selon Béranger (1987), l'efficacité de l'industrie japonaise s'explique, en partie, par sa rigueur d'entretien et de propreté, qui désamorce les pannes et contribue à la fluidité de la production.

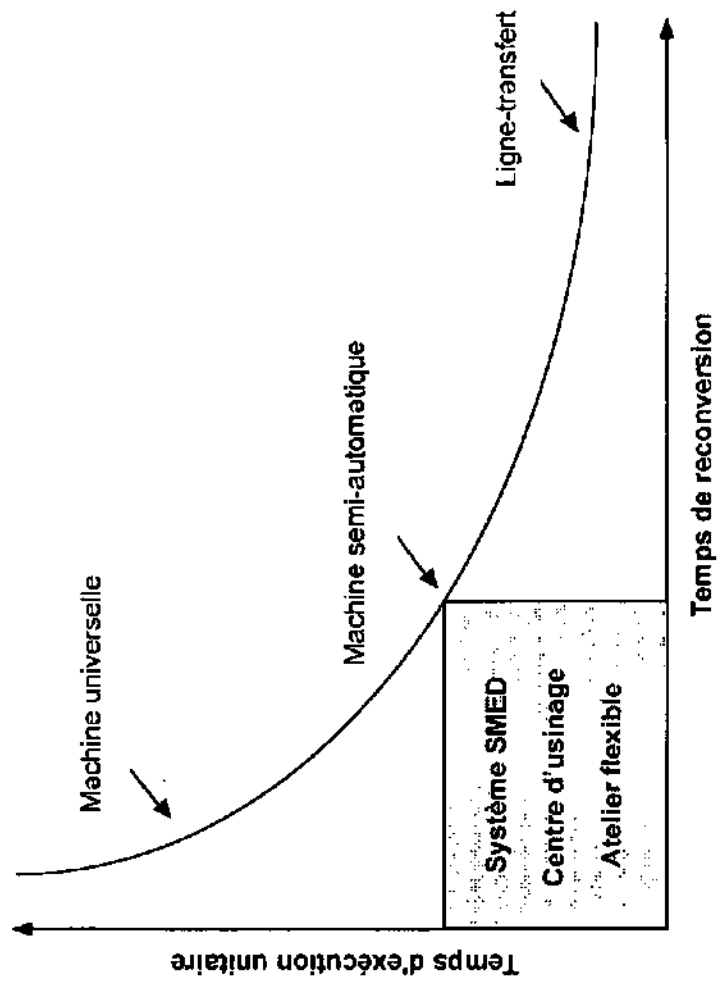
considérablement la mise en fabrication variable de petites séries¹¹ et pousse à produire de grandes séries sur stocks, en renonçant à des changements de production à court terme. On retrouve là l'illustration du dilemme classique entre flexibilité et productivité de l'équipement (Figure 1.4). Certes, les centres d'usinage et les ateliers flexibles (FMS) apportent une réponse (onéreuse) à ce problème. Ils permettent la réalisation de très petites séries en fonction de lancement de fabrication variables et autorisent des gains d'efficacité en matière changement d'outil et de maintenance. Toutefois, ces équipements restent chers et leur utilisation exige un effort d'adaptation de l'environnement de production immédiat (par exemple, formation du personnel, modification de la disposition des ateliers, informatisation de la planification et du contrôle de production). De plus, certaines opérations délicates ne se prêtent pas à l'emploi de ces équipements. Globalement, le coût d'opportunité entre ces machines évoluées et les machines traditionnelles à cames reste donc élevé, en particulier pour des PME dont le volume annuel de production est modeste. De ce fait, la lenteur du changement d'outil pénalise encore beaucoup de firmes, alors que le marché exige toujours plus de flexibilité de leur part. Cette situation explique l'engouement réel que suscite la méthode SMED (SMED signifie en anglais "Single Minute Exchange Die") qui permet, sans investissement lourd, de minimiser le temps de changement d'outil, grâce à l'exécution de ce dernier parallèlement au fonctionnement des machines (SHINGO, 1983)¹².

Enfin, les rebuts posent également un sérieux problème lorsqu'il s'agit d'obtenir une meilleure intégration entre opérations productives et une réduction des stocks. En effet, habituellement, les rebuts n'impliquent pas de rupture de flux de production pour peu qu'on puisse les substituer par des pièces déjà en stocks. Mais, la volonté de réduction des stocks de sécurité multiplie le risque de ruptures de flux, dès lors que les rebuts ne peuvent plus être substitués immédiatement. Il s'ensuit un rallongement des délais entre opérations qui va à

¹¹ En réduisant le temps de reconversion et les aléas (pannes, rebuts, etc.) à 8% du temps total, au lieu de 25%, Renault, par exemple, est parvenu à effectuer cinq mises en fabrication par jour, au lieu de une seule tous les deux jours. Cette amélioration lui a permis de réduire le délai entre l'usinage et le montage à deux jours au lieu de un mois dans le cas précédent.

¹² Shingo insiste beaucoup dans son ouvrage sur cette innovation organisationnelle dont il s'attribue d'ailleurs la paternité.

Figure 1.4: dilemme entre productivité et flexibilité de l'équipement



l'encontre des objectifs d'intégration de la production, raison pour laquelle une reconception de la gestion de la qualité s'avère indispensable, souvent même préalablement à toute autre mesure d'intégration.

D. L'inadéquation des principes de contrôle

D'après Béranger (1987), la vérification de la qualité est classiquement effectuée à la fin du processus productif. Elle vise à empêcher que des produits défectueux sortent de l'usine.

En fait, elle n'atteint pas totalement cet objectif. Certains défauts ne peuvent plus être décelés lorsque le produit est terminé, après que certains composants aient été intégrés, par exemple. De plus, l'inspection est assurée par l'homme, qui n'est évidemment pas infaillible. Surtout, le contrôle envisagé de manière traditionnelle est effectué en temps différé par rapport à la production. Il ne permet donc pas la détection et la correction immédiate d'un défaut, de sorte que, lorsqu'un défaut répétitif apparaît, il est possible qu'une quantité importante de produits défectueux soit réalisée.

Le contrôle en temps différé rend l'identification des causes des défauts très difficile, car les conditions de production évoluent entre la réalisation et le contrôle d'une pièce. Lorsqu'une pièce défectueuse ou inadaptée est montée dans un produit, il faut démonter celui-ci, refaire la pièce et remonter le produit. Des opérations supplémentaires - augmentant les coûts et les délais - doivent être entreprises, alors qu'un contrôle systématique et immédiat à chaque stade productif, de même qu'une meilleure coordination entre fonctions productives les rendrait quasiment superflues.

Toutefois, contrôle ne rime pas avec maîtrise de la qualité. Il s'agit seulement d'une procédure de détection de défauts et d'erreurs. C'est pourquoi, il importe de s'attaquer aux sources majeures de défauts: le manque de rigueur et de qualité et la variabilité due au manque de coordination entre fonctions internes de production et entre l'entreprise et ses fournisseurs.

1.3.3 Les dysfonctionnements liés aux activités de logistique des produits

A. La complexité des flux physiques

Tout d'abord, du fait de l'implantation fonctionnelle des machines¹³ et de leur forte spécialisation¹⁴, le modèle d'entreprise traditionnel s'accommode mal de la production variée, dans les gammes et dans les séries de production qui étaient auparavant homogènes.

En effet, selon Béranger (1987), lorsqu'une pièce vient dans un secteur - par exemple, le perçage - elle doit contourner toutes les perceuses qui ne la concernent pas avant d'atteindre celle qui doit la traiter. Elle rencontrera ce problème dans chacun des secteurs de machines. Par conséquent, il est impossible d'enchaîner les opérations de production concernant une pièce donnée. Souvent, entre deux opérations successives, la pièce est même transportée dans un lieu de stockage, ce qui allonge encore davantage le chemin qu'elle parcourt.

Par ailleurs, l'éloignement des postes de travail qui effectuent des opérations successives sur les mêmes pièces rend nécessaire la fabrication par lots, afin de minimiser les tâches de transport entre opérations. La complexité et la longueur des trajets, au cours desquels se croisent un grand nombre de pièces différentes, rend la gestion des flux difficile.

Tout ceci entraîne des pertes de temps, des difficultés de localisation des pièces, une mauvaise utilisation des surfaces disponibles et des stocks intermédiaires beaucoup plus élevés qu'une organisation qui permettrait d'enchaîner les opérations concernant chaque pièce (PACHE et al., 1993).

¹³ Dans une implantation fonctionnelle, les machines réalisant le même type d'opérations sont regroupées géographiquement.

¹⁴ La spécialisation s'oppose à l'universalité des machines, donc à leur interchangeabilité.

B. Les lacunes de la gestion de l'information

Comme le souligne Toffler (1990), dans le système de création de valeur qui se met progressivement en place, la vitesse, la maîtrise du temps - élément clé de la performance des firmes - ne s'obtient plus par l'exploitation forcée de la force de travail, mais par une réorganisation intelligente et par des échanges d'information utilisant des techniques sophistiquées.

Le savoir tend à remplacer la sueur. Or, le système traditionnel de gestion de l'information et de contrôle des activités s'avère justement incapable de générer et surtout de combiner de manière évolutive les trois composantes clés du savoir: l'information, l'apprentissage et l'expérience (BOYNTON, 1993). Pourquoi?

Les systèmes de gestion de l'information traditionnels - qu'ils soient informatisés ou non - reflètent la hiérarchie des structures et la centralisation du pouvoir typiques du modèle taylorien-fordien. L'information est parcellisée, pour mieux être contrôlée. La reconstitution d'une information pertinente, à partir d'informations élémentaires, passe par les bons offices de cadres intermédiaires¹⁵.

Voilà donc un système qui est lent, démotivant et qui, surtout, déconnecte dans le temps et l'espace la prise de décision du lieu de l'action. Un système qui favorise les "catastrophes" opérationnelles, dans l'industrie comme dans bien d'autres secteurs, soit dit en passant. Les services secrets (CIA, KGB, etc.) furent parmi les premiers à s'en rendre compte (WOODWARD, 1987).

L'accès à l'information est limité, parfois même impossible. L'information n'est pas toujours réutilisable - autorisations et incompatibilité matérielle obligent - ni modifiable, au moment et à l'endroit voulu. Même librement accessible, elle s'avère parfois inutilisable, parce que formulée de manière incompréhensible, à

¹⁵ Ce type de personnel fait actuellement les frais d'une restructuration des systèmes de gestion de l'information. Dans des firmes comme IBM - qui en connaissent un rayon sur la question - ces "bureaucrates" sont "remarqués par lots de 40'000, comme en 1992 !

l'image des problèmes sémantiques¹⁶ qui foisonnent dans les échanges électroniques (EDI) entre firmes (HORLUCK, 1993).

Les saisies et les traitements redondants prolifèrent, le risque d'erreur augmente avec le nombre de saisies superflues. Les temps d'obtention de l'information sont longs, les architectures de données sont lourdes.

Or, contrairement à opinion répandue, toutes ces tares ne proviennent que rarement de l'insuffisance de moyens techniques (DUIMMERING et al, 1993). Bien souvent, les équipements et les logiciels existent, mais ils sont mal utilisés, mal connectés et peu ouverts les uns aux autres, car choisis pour optimiser les performances ponctuelles de départements ou de fonctions. Quitte à ce que cela s'opère au détriment de la performance d'ensemble, cela va de soi (WOMACK et JONES, 1994).

Pour être rapide et adaptatif, un système d'information doit amener une nouvelle logique décentralisée de traitement, de contrôle et de décision. Or, on reste loin du compte. Davenport et al. (1992), après avoir enquêté pour le compte du MIT dans des centaines d'entreprises aux Etats-Unis et ailleurs, qualifient même la politique de gestion de l'information "moyenne" de technocratique et de féodale.

Pour ces auteurs et pour bien d'autres, la gestion intégrée de l'information peine à s'imposer, parce qu'elle bouleverse la hiérarchie, les pouvoirs et les routines de l'organisation et du management.

1.4 L'utilité d'un concept CIM à géométrie variable

La transformation industrielle vise à résoudre des problèmes multiples et complexes. Or, certains "vendeurs" de technologie n'hésitent pas à tronquer cette réalité complexe, afin d'occulter des problèmes pour lesquels leurs "solutions" CIM n'apportent aucune réponse, comme le montre Williams (1994) à propos des vendeurs de solutions de gestion de production informatisées. Ainsi, il n'est pas rare que les fabricants de technologie présentent CIM comme une démarche d'automatisation, en minimisant l'importance d'autres

¹⁶ Qui se rapportent à l'interprétation d'un système formel

aspects (simplification des produits, gestion de la qualité, etc.) qui sortent du champ de leurs compétences. Pour leur part, les consultants ont tendance à orienter CIM vers de nouveaux modèles d'organisation et d'information qu'ils disent inéluctables et pour lesquels...leur expertise est incontournable.

Ainsi, la vision courante de CIM est rarement globale. Selon qui la défend ou qui tente de se l'approprier, elle privilégie presque toujours un ensemble de problèmes et, donc, de solutions. Par exemple, dans certains milieux industriels, les firmes ont obtenu des succès commerciaux grâce à des produits très spécialisés -destinés à des niches de marchés où la concurrence est presque inexistante- dont elles maîtrisent la production sans appuis externes¹⁷. Dans ce contexte, elles se représentent CIM comme une démarche interne d'amélioration de l'équipement de production existant. A l'inverse, des firmes dont le succès dépend de compétences externes voient CIM comme une refonte organisationnelle qui facilite la coopération au coup par coup avec de multiples partenaires, dans le monde entier. Pour ces dernières, l'enjeu de CIM réside dans la mise en place d'une organisation des tâches efficace dans le cadre de réseaux d'entreprises, notamment grâce aux technologies de l'information. Il importe donc de conserver une vision large de CIM, pour rester en ligne avec la réalité des problèmes et des stratégies de l'industrie manufacturière.

¹⁷ L'Arc jurassien offre deux exemples d'industries dont le succès repose eventuellement tout sur la technique: la machine-outil (CREVOISIER, 1993) et les microtechniques (NEMETI et PFISTER, 1994).

2

CIM, l'intégration des processus de production

"Lénine disait que le communisme, c'est le socialisme plus l'électricité. Dans le même ordre d'idée, CIM c'est le bon sens dans la production, plus l'informatique."

M. Yong Tang, consultant économique chinois,

Valencia, novembre 1992

CIM était, au départ, une technologie. Il est aujourd'hui un symbole. CIM exprime le mouvement d'une économie mondiale vivant à l'heure des bouleversements technologiques et de la remise en cause radicale des formes traditionnelles d'organisation industrielle, en particulier des relations entre entreprises. L'informatique et les télécommunications envahissent l'espace productif, alors que "l'outsourcing" -en français "externalisation"- et le partenariat restructurent ce même espace, généralement sous la forme de réseaux de production¹ (PIORE et SABEL, 1984; LUNG, 1991). Ces deux phénomènes se renforcent mutuellement: la technologie incite et facilite la reconversion de l'organisation industrielle², alors que l'émergence de nouvelles formes d'organisation industrielle fondées sur la technologie apporte, à cette dernière, l'élargissement de marchés nécessaire à la production de masse, donc à l'accumulation de profits

¹ La notion de réseau est examinée en détail ultérieurement.

² Venkatraman (1994) montre comment la technologie permet une réorganisation interne et externe (avec des partenaires indépendants) des activités des firmes.

destinés à financer de nouveaux développements. L'évolution du secteur de l'électronique, de même que celle de l'industrie des microtechniques illustre très bien ces propos (MAILLAT et al., 1993; NEMETI et PFISTER, 1994). Ce mécanisme de développement économique itératif n'est, en soi, pas récent, mais son rythme s'est considérablement accéléré au cours de ces dix dernières années³.

Il existe donc un lien étroit entre la transformation du monde industriel, le progrès technologique et l'évolution organisationnelle de l'entreprise. L'organisation et la technologie se complètent dans le changement industriel en cours, car elles tendent toutes deux à désintégrer les structures de production, tout en visant une meilleure intégration des processus de production au sein des structures qu'elles ont justement morcelées.

Au niveau purement interne de l'entreprise, l'organisation et la technologie offrent des moyens nouveaux⁴ pour recomposer la mosaïque du processus de production, éclaté et cloisonné par des décennies de taylorisme. Au niveau externe, leur action est duale: d'une part, elles poussent depuis quelques années à la désintégration de structures de production verticales hiérarchisées et sclérosées, pour aboutir à un système de production composé de petites unités spécialisées et flexibles⁵, mais aussi morcelé et pas toujours bien coordonné⁶; d'autre part, elles offrent justement le moyen de mieux coordonner l'action des systèmes de production atomisés, grâce à diverses formes d'ententes et de collaboration, largement facilitées par les technologies de l'information avancées.

C'est dans ce contexte de désintégration structurelle et d'intégration des processus de production que le concept CIM doit être considéré. CIM peut être défini comme un ensemble de techniques et de méthodes que les firmes mettent en place pour:

3 Cette situation explique qu'il n'est désormais pas rare d'entendre parler d'accélération du changement.

4 Il s'agit notamment des flots de production, de la TGAO et du "groupware".

5 Voir à ce sujet l'ouvrage de référence de Piore et Sabel (1984).

6 Pour une analyse détaillée concernant l'évolution des modèles d'organisation au cours de l'histoire industrielle, le lecteur pourra notamment se référer à l'ouvrage remarquable de Chandler (1980).

CIM, l'intégration des processus de production

- ☐ réduire le délai de mise sur le marché de nouveaux produits,
- ☐ parvenir à servir le client en juste-à-temps,
- ☐ rendre viable la production de séries variables en petites quantités,
- ☐ supprimer les rebuts et les erreurs tout au long du processus de production,
- ☐ maîtriser la gestion de l'information et la prise de décision tout au long du processus de production,
- ☐ mobiliser des compétences "virtuelles"⁷ à l'échelle mondiale, selon les opportunités de marché et projets productifs qui découlent de ceux-ci.

Cette approche de CIM est celle d'un économiste, avec ses éclairages particuliers de la technologie, mais aussi avec ses zones d'ombre. Un exposé technique, consacré à l'analyse détaillée des composantes de CIM qui permettent ces grands changements, ne trouve pas sa place dans cet ouvrage. La démarche choisie ici procède en deux étapes. La première étape retrace brièvement l'évolution du concept CIM au cours des deux dernières décennies. Ce retour en arrière s'impose, afin de dissiper le malentendu qui règne à propos du contenu et des objectifs de CIM. Il s'agit de montrer comment et pourquoi CIM a passé d'un concept technique restrictif à une démarche plus globale de changement. La seconde étape propose un panorama des composantes de CIM.

⁷ Les compétences sont "virtuelles" à un double titre: parce qu'elles existent de manière potentielle, à la demande, dans la sphère économique de l'entreprise et non pas de façon permanente à l'intérieur de celle-ci et/ou parce que l'entreprise les exploite à distance, par voie informatique. Par exemple, certains hôpitaux américains font opérer leurs patients graves par des spécialistes extérieurs qui téléguident l'intervention et même actionnent, à distance, des robots chirurgicaux.

2.1 CIM, de hier à aujourd'hui

Pendant longtemps, le concept CIM, c'est-à-dire "Computer Integrated Manufacturing", a reflété l'intrusion généralisée de l'ordinateur et des robots dans l'entreprise. Son but ultime consistait à intégrer par la technique l'ensemble des flux de pièces et d'information générées et utilisées par les diverses fonctions de l'entreprise (ventes, R&D, approvisionnement, fabrication, administration etc.). Toutefois, CIM n'est pas une construction figée, mais un outil stratégique à disposition de la firme. Il est donc logique qu'il ait évolué de façon à s'adapter aux changements des conditions de production qui ont caractérisé l'économie mondiale durant ces vingt dernières années.

2.1.1 L'échec du modèle initial

Selon Scheer (1991), la conception technocratique de CIM doit son origine à l'ouvrage pionnier de Harrington (1973). Derrière ce sigle, on ne trouvait alors qu'un lien entre deux types d'applications -ou "îlots"- informatiques: la conception des produits assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO).

Vers 1980, dans le but de dépasser ce lien CAO/FAO, les responsables de la General Electric se mirent à la recherche d'un concept global de gestion de l'information susceptible de relier tous les îlots informatiques déjà existants dans l'entreprise. Un concept fondé sur une base de données centrale et accessible à tous, depuis l'ensemble des départements de la firme (conception des produits, marketing, fabrication, finances, etc.). Mieux, on prévoyait déjà des liens externes, vers des usines implantées dans d'autres aires géographiques, via des réseaux de télécommunication.

Visionnaire dans sa conception des flux d'information, le concept de la General Electric se limite malgré tout à une approche technocratique et micro-économique. Celle-ci considère que l'ensemble des changements en matière de procédés de production se déroule avant tout sur le plan technique -grâce aux ordinateurs et à la robotique- à l'intérieur des frontières juridiques de la firme isolée. Mais, dans le contexte économique actuel, un modèle CIM technique et centré sur la firme répond-il aux exigences de la transformation industrielle? La réponse est "non". Cette approche exclusivement basée sur l'excellence technique a montré ses limites dès le milieu des

années quatre-vingt⁸, pour plusieurs raisons essentielles avancées par un groupe d'experts du MIT chargés d'imaginer le monde de la production dans les années 90 (SCOTT MORTON, 1991; WOMACK ET JONES, 1994).

Tout d'abord, CIM est censé répondre à des dysfonctionnements et à des opportunités de production qui ne sont pas uniquement de nature technique, tant s'en faut (Cf. Chapitre 1). Un modèle centré sur des solutions techniques, aussi fin soit-il, n'offre donc qu'une vue partielle de CIM.

Ensuite, il ne prend pas en compte l'évolution récente des systèmes de production industrielle. Les filières de production manufacturière (automobile, électronique, machines, etc.) ont subi d'importants changements dans l'organisation de la production entre firmes. La grande entreprise réduit sa taille et ses effectifs, en confiant un nombre croissant d'activités à ses fournisseurs, dont la responsabilité de production augmente avec le nombre et la complexité des tâches qui leurs sont assignées. Cette redistribution des cartes de production favorise le partenariat industriel, car la responsabilité du produit devient collective et non plus l'apanage du seul donneur d'ordres (ALTERSOHN, 1992). De cette façon la firme tend à s'insérer dans des réseaux de production regroupant de nombreuses sociétés complémentaires et, le plus souvent, autonomes (PIORE ET SABEL, 1984; SYDDW, 1992).

Les réseaux de production industrielle regroupent tantôt des entreprises concentrées dans un espace restreint, comme dans le cas des districts industriels du textile et de la chaussure en Italie du Nord⁹, tantôt des entités éparpillées dans le monde entier, comme

⁸ Ces limites ne sont pas reconnues par tout le monde. Aujourd'hui encore subsiste un carré de résistants persuadé que CIM consiste d'abord à installer des ordinateurs dans les ateliers et dans les bureaux, ensuite à adapter la stratégie de l'entreprise aux nouvelles techniques. Dans un article très caustique, Clark (1994) donne quelques exemples de responsables de projets CIM qui, malgré des échecs retentissants, s'obstinent à croire en l'évangile de la sacro-sainte technique, encouragés, il est vrai, par de puissants prédicateurs de l'industrie des biens d'équipement et du logiciel.

⁹ Les districts industriels ont, pour la première fois, été mis en évidence par Marshall (1918). Dans le cas de l'Italie, ils ont été redécouverts notamment par Becattini (1978), puis encensés dans le cadre de la compétitivité internationale par de nombreux auteurs italiens et étrangers, comme Piore et Sabel (1984) par exemple.

c'est le cas pour la fabrication d'ordinateurs¹⁰. D'un point de vue formel, les réseaux de production industrielle correspondent au concept de système de valeur tel que nous l'avons défini dans le premier chapitre du présent ouvrage.

Dès lors, dans un système de production industrielle où les interdépendances entre firmes augmentent sans cesse (PERLMUTTER, 1991), il semble difficile d'imaginer un concept CIM qui ne s'applique qu'à des firmes isolées¹¹.

A l'usage, le concept initial de CIM n'a pas non plus répondu aux attentes des industriels quant à l'amélioration de la qualité des pièces et des informations (DUIMMERING ET AL., 1993). Pire, il a même engendré une frustration légitime auprès des entreprises qui ont vu leurs performances stagner ou diminuer après avoir investi lourdement dans des équipements automatisés. Béranger (1987) explique bien l'origine de ce paradoxe: l'apport d'un équipement automatisé est nul ou négatif si les procédés de production dans lesquels il s'insère foisonnent de retards et de pièces défectueuses, parce que ces dysfonctionnements bloquent sans arrêt l'automate. Celui-ci ne peut donc plus être exploité de façon rentable.

Enfin, le concept initial de CIM ne se préoccupe pas des changements organisationnels et sociaux qu'il s'agit pourtant de réaliser, afin de tirer le meilleur profit des possibilités techniques et de surmonter les résistances du personnel (MAJCHRZAK, 1988). En effet, lorsqu'on a l'ambition de tirer le profit maximal d'une technologie de plus en plus intégrante du point de vue de l'information et décentralisatrice du point de vue du contrôle et de la décision

¹⁰ Dans le cas des ordinateurs Apple, la R&D est réalisée en Californie, à Cupertino, les composants de base sont produits en Asie, alors que la majorité des appareils sont montés en Irlande. Ce genre de "global sourcing" -approvisionnement global- est facilité par les systèmes de télécommunication informatiques, qui permettent le travail, le contrôle et la collaboration directs à distance.

¹¹ Comme le montrent Womack et Jones (1994) et Schonberger (1994), la mise en place de procédés de production en juste-à-temps dans l'industrie automobile japonaise et américaine n'a été possible qu'au prix de collaborations multiples entre fabricants et sous-traitants à plusieurs niveaux du système de production. En effet, certains sous-traitants sont devenus des partenaires incontournables pour les fabricants de voitures, en raison du pouvoir accru en matière de conception de produits et de méthodes de fabrication que leur confère la spécialisation des activités dans la filière automobile. Dans un tel système d'interdépendances, personne n'a intérêt à imposer sa loi aux autres et la collaboration est de mise.

(équipements programmables, réseaux télé-informatiques, base de données multimédia, par exemple), il n'est plus possible de maintenir une organisation du travail cloisonnée. Il devient urgent de réformer des processus rongés par un fort déficit de qualité et le manque de polyvalence des hommes.

Il est donc indispensable d'inclure le personnel et l'organisation dans la stratégie de changement, à importance égale avec la technique. Cette dernière ne sert à rien si personne ne sait ou ne veut en exploiter les avantages. La machine ne peut se mettre au service de la stratégie d'entreprise aussi longtemps qu'elle reste considérée comme un démon déstabilisant et comme un ogre de postes de travail (BRÖDNER, 1993).

2.1.2 L'émergence d'un nouveau concept

Les limites observées dans la mise en place de CIM entre 1975 et aujourd'hui ont évidemment éveillé la curiosité des consultants industriels et des scientifiques. L'échec de la version technocratique de CIM a aussi incité les industriels à se reporter sur des modèles de production fondés sur des principes de fabrication et de gestion, plutôt que sur la seule modernisation des équipements. De nouveaux modèles de production censés dépasser CIM ont vu le jour. Il s'agit, entre autres, de la production "allégée", de la gestion de la qualité totale, de la reconfiguration de l'entreprise (Reengineering) ou encore des systèmes de production anthropocentriques. Cette évolution amène certains experts à ne voir désormais dans CIM qu'une partie d'un changement profond des systèmes de production industrielle (BEUSCHEL, 1994; VENKATRAMAN, 1994; WILLIAMS, 1994).

A l'évidence, CIM n'englobe pas tous les concepts de production imaginés jusqu'ici. En l'occurrence, on a beaucoup reproché, à juste titre, à CIM de ne pas tenir explicitement compte des aspects liés à la qualité, à l'organisation ou au facteur social, aspects qui sont par ailleurs au centre d'autres modèles (gestion de la qualité totale, juste-à-temps, production anthropocentrique, par exemple). De

plus, sur son propre terrain des technologies avancées, CIM est effectivement dépassé, à certains égards, par de récents concepts très à la mode, en particulier le "Business Process Redesign" (VENKATRAMAN, 1994; TENG et al., 1994; OIXON et al., 1994)¹².

Pour rester en phase avec la réalité, le concept CIM doit, certes, être revu à la lumière des modèles de production les plus récents, c'est un fait. Mais, si cette révision est présentée de manière explicite, il n'y a pas de raison pour que le label CIM soit éradiqué au profit d'une nouvelle dénomination, pas forcément plus parlante et, de surcroît, moins bien ancrée dans les esprits. A force de rajouter de nouveaux concepts, sans prouver leur supériorité sur leurs prédécesseurs, ne finit-on pas par générer une confusion malsaine?

Compte tenu de ces observations, CIM doit donc, de nos jours, être assimilé à un vaste effort d'amélioration de l'efficacité productive. L'élargissement du concept CIM ressort très bien de remarques visionnaires faites par l'OCDE (1991) à propos de la métallurgie et du secteur automobile au début de la présente décennie (Cf. Encadré N°1).

L'approche de la production moderne esquissée par l'OCOE a le mérite d'insister sur des aspects longtemps ignorés.

Elle rappelle l'importance croissante de la simplification des produits et de la modularité de leur conception, pour rendre possibles des économies de variétés¹³.

¹² Il convient cependant d'aborder ce genre de nouveauté avec circonspection, car certains "gourous" du management n'hésitent pas à forcer le trait de leur découverte afin de mieux la commercialiser. Ainsi, de nouveaux concepts, flamants neufs et parés d'une terminologie savamment parfumée aux slogans accrocheurs du moment -notamment la virtualisation- n'ont aucune peine à faire illusion. Mais, une fois les fumées terminologiques dissipées, on ne peut s'affranchir de l'impression désagréable que les révolutions conceptuelles annoncées avec fracas ne sont que des nuances et qu'il ne s'agit, tout compte fait, que de "old wine in a new bottle", pour reprendre l'expression anglo-saxonne consacrée.

¹³ Selon Cohendet et al. (1986), il y a économie de variété lorsque le coût de combiner plusieurs variétés de produits dans une seule unité de production est inférieure à celui de les produire séparément. Pratiquement, l'économie de variété est réalisée grâce aux techniques et aux méthodes de production flexible qui permettent de fabriquer des produits de plus en plus variés et des séries de plus en plus petites, sans dépendre d'un seul produit pour leur rentabilisation.

Encadré N°1: les propriétés de la production flexible émergente

"Dans l'ensemble, les applications des techniques de fabrication avancées dans la fabrication d'ouvrages en métaux et les industries mécaniques ont tendance à amplifier l'échelle de production et à jouer en faveur des grandes unités de production qui fabriquent des produits plus variés et en plus grande quantité. La flexibilité opérationnelle (quantité de différents types de produits qui peuvent être fabriqués avec la même configuration d'équipements) et la rentabilité opérationnelle (quantité de produits fabriqués par unité de temps) s'améliorent l'une et l'autre dans les entreprises qui ont une production personnalisée, par lot ou en série.

Dans l'automobile, l'utilisation conjointe d'équipement de fabrication et d'assemblage programmables (par exemple, centres d'usinage et chaînes-transferts flexibles, robots polyvalents ou matériels de montage flexibles) a augmenté le volume de produits traités tout en élargissant la gamme de modèles fabriqués avec les mêmes équipements. Parallèlement à ces progrès, des modifications ont été apportées à la conception des composants essentiels (moteurs, transmissions) et des coques, tandis que des composants communs étaient employés pour différents modèles et plusieurs versions du même modèle. Le nombre de travailleurs directement employés à la fabrication de chaque automobile a diminué de façon spectaculaire et l'espace requis pour abriter le matériel de production, les composants et les produits finis a aussi été réduit en raison de la flexibilité des équipements de production et de l'application de méthodes de gestion qui minimisent les stocks et les opérations en cours. Dans le même temps, les modalités de travail (durée et fréquence du travail posté, nature des tâches et des emplois) ont été réorganisées pour permettre l'amortissement rapide d'équipements coûteux commandés par ordinateur.

Encadré N°1: les propriétés de la production flexible émergente (suite)

Les entreprises ont également tendance à réduire le nombre de sous-traitants et à produire elles-mêmes des composants en plus grande quantité grâce aux équipements flexibles dont elles disposent et associer davantage les sous-traitants restants à la conception de nouveaux composants et à l'établissement de calendriers d'approvisionnement et de barèmes de qualité.

La structure classique de la production par petits lots a aussi été modifiée. En s'automatisant, les petites entreprises se sont chargées elles-mêmes de nombreuses opérations confiées jusqu'alors à des entreprises externes de montage; elles ont élargi leur gamme de produits et réduits leur nombre d'ouvriers. Des applications plus simples des techniques de fabrication avancées (machines-outils à CNC, systèmes élémentaires de fabrication flexibles) semblent jouer en faveur des petites entreprises, mais elles ont aussi pour effet d'augmenter leur volume de production moyen (OCDE, 1991; pp. 37-38).

Elle postule aussi que les équipements ne tiennent leurs promesses que dans un contexte organisationnel revu, où le nombre d'opérations élémentaires est réduit au profit d'une plus grande collaboration entre des personnes plus qualifiées qu'auparavant.

La disposition des ateliers est modifiée, souvent selon le principe des îlots de production regroupant toutes les ressources nécessaires à la réalisation intégrale de famille de pièces et non plus selon la similitude des opérations.

Enfin, la question des relations avec les fournisseurs et les distributeurs devient centrale dès lors que les entreprises -pour des raisons qu'on ne peut développer ici¹⁴- concentrent leurs efforts de production sur un nombre restreint de métiers et des compétences fortes, en confiant à des tiers une très large part des opérations auparavant réalisées à l'interne. En effet, dans ces conditions, la

¹⁴ Voir à ce sujet Venkatesan (1992) et Quinn et Hilmer (1994).

production est partagée entre de multiples acteurs, ce qui pose comme contrainte d'assurer l'exécution et la gestion optimale du processus de production à l'échelle de réseaux de production, plutôt qu'à l'échelle d'une seule entreprise¹⁵.

Le contenu actuel de CIM est donc très varié. Il offre, à choix, aux entreprises la remise en question des procédés de production, la reconception des produits, de mesures d'amélioration de la qualité, des investissements dans des équipements plus performants et plus flexibles, des nouvelles formes organisationnelles, des systèmes informatiques partagés, grâce à des réseaux planétaires de communication multimédia.

De prime abord, CIM ressemble davantage à une mosaïque de moyens disparates qu'à une construction technologique cohérente. Pourtant, il est remarquable de constater à quel point les différentes composantes de CIM peuvent se compléter dans la concrétisation d'un "repositionnement" stratégique de l'entreprise. Plusieurs cas d'étude montrent, en effet, qu'il n'y a pas d'automatisation réussie sans une reconception des produits et une refonte des routines organisationnelles¹⁶ (TENG ET AL., 1995). Il n'y a pas non plus d'amélioration substantielle des performances de l'entreprise sans un prolongement des principes élémentaires de qualité chez les fournisseurs¹⁷.

En vérité, le concept CIM est une construction technologique cohérente, parce qu'en associant différentes mesures de changement, il poursuit une idée forte. Selon Procter et al. (1994), il s'agit de l'intégration des processus clés de production tout au long du système

¹⁵ Comme le montre le Chapitre 9, l'organisation productive de type réseau peut être à la fois une source de dynamisme et de blocage dans la mise en place du CIM. La raison en est que la plupart des partenaires dans de tels réseaux est juridiquement autonome et possède une clientèle assez large, parfois même très diversifiée. Ceci a pour conséquence notable d'introduire des phénomènes d'arbitrage et des objectifs contradictoires entre partenaires, alors que la mise en place d'un système intégré de production exigerait une totale connivence et un soutien mutuel de leur part.

¹⁶ Le cas de l'entreprise Reuge S.A., fabricant de boîtes à musique à Sainte-Croix, illustre très bien ces propos (ROULET, 1994).

¹⁷ C'est ce qui explique, partiellement du moins, l'apparition d'une véritable "ISO-manie" qui voit un nombre croissant de firmes fournissant des composants destinés à des produits finis se faire certifier ISO 9000.

de valeur, depuis le client final jusqu'aux fournisseurs de composants les plus basiques

Par intégration, il s'agit de comprendre un décloisonnement de toutes les fonctions de production, une meilleure gestion des interdépendances de l'ensemble des opérations assurant le succès de produits sur le marché (ROCKART ET SHORT, 1989). Selon les observations de Porter et Millar (1985), l'intégration des flux de production, en particulier grâce aux technologies de l'information, permet de réduire les effets néfastes de la fragmentation des chaînes de création de valeur ajoutée à l'intérieur des firmes, mais aussi dans leur prolongement direct chez les fournisseurs, distributeurs et clients.

Avec CIM, la notion d'intégration a une connotation très systémique, puisqu'elle vise à améliorer l'efficacité d'ensemble d'un système de production donné. L'intégration représente donc une profonde rupture par rapport à la conception traditionnelle de l'efficacité productive, basée sur la performance individuelle. CIM vise à intégrer les groupes d'opérations -ou processus clés- qui constituent chacun une étape déterminante de la mise sur le marché d'un produit industriel donné. Selon Beuschel et Kling (1994), on peut distinguer trois processus clés dans l'activité des firmes industrielles:

- ☐ la mise au point de nouveaux produits
- ☐ la fabrication de produits
- ☐ la logistique de produits

La mise au point de nouveaux produits inclut notamment des opérations de veille de marché, de R&D, d'industrialisation (conception du produit en fonction des contraintes de fabrication) de prototype et de test, voire d'établissement de documentation. Dans certains cas, ce processus porte également sur la mise au point d'outils et de machines spécialement conçus pour permettre la fabrication des nouveaux produits.

La fabrication de produits met en jeu toutes les opérations de transformation physique de la matière ainsi que les opérations d'assemblage et de finition des pièces jusqu'à l'obtention du produit vendu au client.

La logistique s'occupe en priorité de l'ordonnancement, du suivi et de la circulation des produits, depuis la commande jusqu'à la livraison chez le client. Mais, elle concerne aussi l'installation, la maintenance et la réparation d'un produit livré.

Ces processus clés sont complémentaires, car ils se relaient dans le cycle de production dont le point de départ et le point d'arrivée est le même: le client. Ils constituent l'épine dorsale de tout système de valeur et, à ce titre, ils en déterminent l'efficacité, comme le démontre une vaste recherche menée par le MIT à la fin des années quatre-vingt (ROCKART ET SHORT, 1989).

La conception de nouveaux produits détermine la capacité d'innovation des firmes, la maîtrise de la fabrication de produits agit sur la rentabilité de ces dernières, alors que la logistique des flux de pièces et de données influe sur la capacité de réponse au marché.

Les processus clés sont, de ce fait, la cible commune des principales approches de la transformation industrielle (juste-à-temps, gestion de la qualité totale, reconfiguration de l'entreprise, ingénierie concourante, etc.).

Intégrer un processus clé de production revient donc à améliorer, par différents moyens, l'efficacité d'une suite d'opérations complémentaires censées procurer une plus-value pour le client. Le but de l'intégration consiste ici à augmenter la capacité de réaction des firmes face à des demandes variées et imprévisibles, de même qu'à en accroître la rentabilité d'exploitation.

L'intégration doit être recherchée simultanément à deux niveaux distincts. D'une part, il faut agir sur les interdépendances opérationnelles à l'intérieur de chacun des processus clés (en améliorant les flux d'information entre deux départements impliqués dans la conception d'un nouveau produit, par exemple). D'autre part, il s'agit d'intégrer les processus clés entre eux, de façon à ce que puissent se réaliser, pour un produit donné, les interactions longtemps négligées entre la conception, la fabrication et la logistique¹⁸.

¹⁸ Cohendet et al. (p.8, 1987) ont écrit à ce propos que "il doit y avoir d'importantes améliorations dans les communications au sein de l'organisation et aussi avec l'environnement du marché. L'entreprise devra disposer d'un tableau de bord constamment mis à jour des besoins de

Compte tenu de l'importance de l'information, qui constitue une part croissante de la valeur incorporée dans les produits industriels, il est compréhensible que les technologies de l'information jouent un rôle central dans l'intégration des processus clés de production. Elles ont tout d'abord eu un effet d'intégration locale, en améliorant l'efficacité de telle ou telle fonction productive considérée isolément. Ainsi, on vit apparaître les différentes applications de type "AO" (CAO, FAO, GPAO, etc.). Puis, avec l'apparition des bases de données relationnelles et des réseaux d'échanges de données électroniques, les technologies de l'information ont permis une intégration plus globale entre fonctions de production (liens entre la CAO et la FAO ou entre des machines à commande numérique et la GPAO, par exemple), mais aussi entre sites de production. Cette seconde vague d'intégration technologique est en cours et on est encore loin d'imaginer à quoi elle va aboutir, tant les possibilités ouvertes par les technologies les plus récentes, comme Internet et les inforoutes, sont vastes.

Cependant, le rôle dominant de la technique ne doit pas occulter le rôle des autres vecteurs d'intégration de la production. Comme l'indiquent différentes publications consacrées à CIM (BEUSCHEL et KLING, 1994; DUIMMERING et al., 1993; SHANI et al., 1993), l'intégration s'effectue à partir de trois ressources de production fondamentales pour les entreprises:

- ☐ la technique,
- ☐ l'organisation,¹⁹
- ☐ le personnel.

Cette approche trilogique de l'intégration de la production est également défendue par les responsables du programme d'impulsion de CIM en Suisse (MEIER, 1994).

ce dernier. L'existence de réseau de communication entre la situation de marché et la possibilité de connaître la situation exacte dans l'usine à chaque poste de travail à tout moment permettront à l'entrepreneur de diriger réellement la production avec la plus grande efficacité.

¹⁹ La notion d'organisation a déjà fait l'objet de très nombreuses définitions. Dans cet ouvrage, l'organisation correspond à la définition qu'en donne Mintzberg (1991). Selon cet auteur, l'organisation est la forme de division et de coordination des tâches qu'adopte l'entreprise pour accomplir son travail et assurer son existence.

Pour des questions de clarté de l'exposé, la présentation des composantes de CIM s'effectue en trois volets successifs, selon la logique du cycle de vie des produits: mise au point (2.2), fabrication (2.3) et, enfin, logistique (2.4). Afin d'alléger la présentation, les termes et concepts techniques relatifs à CIM fréquemment employés dans le présent ouvrage (CAO, GPAO, réalité virtuelle, par exemple) sont définis dans un lexique placé en annexe du présent ouvrage. Le lecteur fait ainsi l'économie d'une terminologie récurrente pour le moins abstraite et indigeste.

2.2 Intégration du processus de mise au point de nouveaux produits: à la recherche de "l'ingénierie simultanée"

L'innovation en matière de produits est, plus que jamais, cruciale pour la survie des entreprises. Il est largement reconnu que le cycle de vie des produits devient très court et que la pression des marchés et de la concurrence oblige un grand nombre de firmes à développer de nouveaux produits rapidement tout en les adaptant simultanément aux particularités (techniques, légales, sociales, etc.) des principales zones de marché mondiales.

Dans ce contexte, c'est en partie sur la maîtrise du temps de mise au point des produits que se joue la suprématie économique²⁰. La maîtrise du temps permet aux entreprises de constituer des barrières à l'entrée et d'augmenter la rentabilité des activités en imposant le rythme d'innovation dans leur secteur d'activités (HOUT ET STALK, 1990). Toutefois, la maîtrise des coûts de développement et la capacité de différencier le produit sans faire exploser les coûts de fabrication constituent des paramètres tout aussi importants que la maîtrise du temps pour assurer l'efficacité du processus de mise au point de nouveaux produits.

²⁰ Robertson (1993) insiste à fort juste titre sur le fait que le temps de développement d'un nouveau produit ne constitue que la moitié du chemin en direction du marché, l'autre moitié étant la mise sur le marché (lancement et occupation des marchés) d'un nouveau produit. Par conséquent, la maîtrise du temps ne doit pas seulement porter sur les opérations d'ingénierie du produit, mais aussi sur les opérations commerciales qui doivent amener ce dernier au bon moment sur les bons marchés.

Concevoir et développer dans de brefs délais des produits pouvant être adaptés simplement aux désirs du client et fabriqués à moindre frais, si possible de façon automatisée, telle est l'ambition de beaucoup d'entreprises. Pourtant, en pratique, cette ambition se heurte à un double problème: d'une part, l'incapacité à intégrer les contraintes de fabrication et de logistique dans la conception des nouveaux produits, d'autre part, la complexité des produits.

L'incapacité à intégrer les contraintes de production provient du cloisonnement séculaire des départements de Ventes, R&D, Méthodes et Fabrication. En effet, chaque département tend à fonctionner de manière isolée, avec des capacités et des besoins spécifiques, en posant de multiples contraintes qui influencent le travail des autres, sans que ceux-ci puissent ou veuillent en tenir compte au moment opportun. Il est donc crucial de mettre en oeuvre des moyens permettant d'instaurer un dialogue permanent entre toutes les fonctions impliquées dans la mise au point d'un nouveau produit (CLARK ET WHEELWRIGHT, 1992). Ces échanges permanents de points de vue et de données doivent aussi pouvoir s'effectuer de manière instantanée, en s'appuyant sur les techniques d'information et de communication les plus avancées. Lorsque tel est le cas, on peut alors parler d'une véritable "ingénierie simultanée" (ou "simultaneous engineering" en anglais).

La complexité des produits dénote un manque de rationalisation des composants de base des produits. Cette lacune s'explique elle-même par une méconnaissance de l'analyse de valeur et des méthodes facilitant la standardisation et la "manufacturabilité"²¹ des composants, en vue d'en améliorer divers paramètres lors de la fabrication (coûts, temps de fabrication, charge des équipements, qualité, etc.). Le manque de pression concurrentielle et l'absence de vision stratégique ont aussi très longtemps incité les firmes à développer tout azimut d'innombrables variantes de produits compliqués, conçus à partir de composants très différents (GERWIN, 1993).

²¹ La "manufacturabilité" est un néologisme résultant de la traduction littérale de "manufacturability". Selon Garel (1993), elle se définit comme la capacité de fonctionnement performant dans un contexte de production donné (petites séries différenciées, production de masse, par exemple).

C'est donc dans le but de remédier au cloisonnement du processus d'innovation et à la complexité des produits qu'apparaît la notion d'ingénierie simultanée. Elle exprime l'idée d'une convergence de tous les responsables d'un projet vers un résultat identique. Elle vise à concevoir de façon systématique, intégrée et simultanée les produits et les processus qui leur sont rattachés, tout en satisfaisant les objectifs de qualité, de délai et de productivité des projets d'innovation.

De nombreuses études²² insistent sur la démarche suivie par les entreprises ayant réussi à intégrer leur processus de mise au point de produits. Elle se fonde sur les éléments suivants:

- ☐ reconception des produits sur des bases modulaires,
- ☐ organisation matricielle favorisant le dialogue et l'exécution concourante des tâches²³,
- ☐ intégration des systèmes informatiques de conception, de fabrication et de logistique, dans l'entreprise et entre firmes complémentaires.

En pratique, ces mesures ne peuvent guère être prises indépendamment les unes des autres. En effet, la reconception des produits en vue d'une production modulaire et automatisée n'a que peu de chances d'aboutir si elle ne mobilise pas une équipe multidisciplinaire, intégrant l'ensemble des compétences nécessaires à un tel projet. Or, ces équipes de projets ne fonctionnent que dans un contexte organisationnel peu hiérarchisé et dans lequel les liens entre fonctions ne sont pas fixés a priori. Par ailleurs, il est désormais admis que le travail d'équipes multidisciplinaires est d'autant plus performant qu'il peut s'appuyer sur un système d'information intégré permettant des échanges de données en temps réel entre des opérations menées de façon concourante.

²² A ce sujet, voir notamment Chamey (1991), Clerk et Fujimoto (1991), Clerk et Wheelwright (1992) ou encore Garwin (1993).

²³ On parle parfois d'organisation en parallèle, mais les parallèles ne se rejoignent qu'à l'infini, ce qui ne correspond assurément pas à la philosophie de l'intégration dans la mise au point des produits.

2.2.1 Reconception des produits sur des bases modulaires

Selon McCutcheon et al. (1994), la production modulaire permet de réduire la variété des composants d'un produit, tout en offrant un plus grand assortiment de produits finaux. Ainsi, un produit fini tend à devenir une combinaison singulière de composants standardisés qui peuvent être réalisés en série. Avec un nombre fini et limité de composants standardisés (du côté de l'offre), on peut réaliser un nombre presque infini de combinaisons (du côté de la demande). En cela, la production modulaire constitue une digne application de la philosophie du jeu de "LEGO" à la production manufacturière.

La modularité des produits rend la firme plus flexible, plus apte à tirer profit d'économies de variété lors de phases capitales du procédé de production. De plus, elle facilite l'utilisation d'équipement automatisés et simplifie la gestion des flux dans une optique de production en juste-à-temps. Enfin, la structure modulaire d'un produit facilite considérablement les problèmes de maintenance (remplacement systématique et/ou très rapide du module défectueux) et permet une gestion optimale des stocks de pièces détachées (peu de références, donc forte disponibilité pour un coût réduit).

Pratiquement, la modularité des produits s'obtient à partir d'une réduction du nombre de composants à assembler, d'une simplification du design des produits -souvent trop complexe par rapport aux exigences fonctionnelles du marché- et surtout d'une standardisation des composants, en vue de leur interchangeabilité. Mais, la modularité des produits ne concerne pas uniquement des aspects conceptuels. Elle dépend aussi des options de différenciation et des spécifications "exclusives" que les responsables commerciaux et de marketing accordent aux clients de l'entreprise. Plus les faveurs de personnalisation concédées aux clients sont nombreuses et touchent aux composants de base des produits, plus la production modulaire est difficile à atteindre. La modularité des produits passe donc par une analyse de valeur objective effectuée à la fois par les responsables du marketing, de la conception, de la fabrication et de la logistique. En ce sens, elle représente déjà un effort considérable d'intégration des processus de production.

A titre d'illustration, l'évolution de certaines firmes du haut de gamme horloger suisse est frappante. Jusqu'au milieu des années quatre-vingt, ces entreprises se faisaient un point d'honneur d'exécuter les moindres spécialités souhaitées par leurs clients. Aucune ligne de produits ne se dégagait alors clairement. La production consistait plutôt en plusieurs centaines de modèles parfois très semblables, mais in fine, sur des détails, toujours quelque peu différents²⁴. Coûteuse et difficile à manipuler en terme de marketing, cette approche excessivement artisanale a été abandonnée par la suite au prix d'une rationalisation des modèles. Aujourd'hui, cet effort permet à plusieurs entreprises de haut de gamme de produire de la diversité "maîtrisée", c'est-à-dire des lignes de produits partant d'une base très modulaire. Les coûts sont contenus, grâce à des économies de variétés en conception, en fabrication et en assemblage, alors que l'externalisation d'activités aux fournisseurs et le service après-vente sont facilités.

Le grand problème de la production modulaire réside assurément dans la détermination de la variété requise. Pour les gens du marketing, il s'agit de ne pas "se fermer des portes" en abandonnant les spécialités de production. Pour les gens de la production et de la finance, les coûts de la personnalisation ne doivent pas dépasser les bénéfices qu'elle procure. Il existe donc un compromis stratégique à trouver entre l'efficacité opérationnelle et la flexibilité commerciale de la production.

Cet exercice entraîne souvent des conflits d'intérêts et de personnes entre les départements de l'entreprise. Stalk (1993) raconte, à titre anecdotique, les guerres interminables que se sont livrés les ingénieurs et les "commerciaux" de chez Honda dans les années quatre-vingt. Chaque camp, animé des meilleures intentions, défendait alors une position radicalement opposée quant aux options à conférer aux nouveaux véhicules. Chaque séance donnait l'occasion aux deux camps d'avancer de nouveaux arguments forçant l'adversaire à revoir sa copie. Agacée par ces aller-retour -synonymes de pertes de temps-, la direction de l'entreprise décida alors de canaliser ces luttes

²⁴ Nicolas Hayek, patron de la firme SMH, par exemple, a trouvé près de 1'200 modèles lorsqu'il a repris en main Omega au milieu des années quatre-vingt. En quelques années, cette insoutenable variété a été ramenée à environ 150 modèles, organisés en lignes de produits (HARVARD L'EXPANSION, 1993).

intestines, afin qu'elles demeurent constructives. Elle instaure, à cet effet, des formes d'organisation matricielles facilitant le dialogue et l'exécution concourante des tâches. De nos jours, ce type d'organisation est un corollaire indispensable à l'intégration des données de conception que permettent les nouvelles technologies de l'information.

2.2.2 Organisation matricielle et exécution concourante des tâches

Dans un article de sensibilisation destiné au personnel de l'entreprise, H.R. Eggenberger (1993), directeur technique de la multinationale lausannoise Bobst S.A., rappelle les principes et les vertus de l'organisation matricielle lors des phases menant de "l'idée à l'industrialisation". Afin de diminuer le temps du cycle de mise au point des produits, il importe de pouvoir:

- ☐ intégrer les connaissances existantes et les appliquer dans toutes les phases du projet qui en ont besoin,
- ☐ créer des "boucles de réglage" ou groupes d'activités interdisciplinaires capables de pratiquer l'auto contrôle,
- ☐ exécuter de manière concourante des activités jusqu'ici traitées en séquences,
- ☐ accélérer les activités.

Ces objectifs sont palpables quand il s'agit de flux de matières, car les "boucles de réglage" correspondent à des îlots de fabrication, l'exécution concourante aux passages de pièces différentes pour une même machine dans les îlots "A" et "B" et l'accélération à l'investissement dans des centres d'usinage modernes (EGGENBERGER, 1993).

Dans le processus d'innovation, l'organisation en îlots devient une organisation matricielle qui, comme son nom l'indique, se définit à partir d'éléments en lignes -les phases devant être coordonnées- et des éléments en colonnes -les familles (ou lignes) de produits-. Dans le cas précis de Bobst S.A., le cycle menant d'une nouvelle idée à son industrialisation peut être représentée graphiquement à l'aide d'une

matrice globale (Figure 2.1). Elle montre les différentes activités principales et les services en ligne (notamment le département technique, l'assurance qualité et le service clients) impliqués dans la mise au point d'un nouveau produit.

Sur le schéma, les rectangles arrondis illustrent des groupes d'activités interdisciplinaires (ou projets), alors que les petits cercles (clairs et sombres) identifient la participation des services à un projet. Les petits cercles sombres insérés dans ces rectangles indiquent où se concentre momentanément le "leadership" d'un projet. On constate donc qu'un projet fonctionne selon une responsabilité "tournante", basée sur les compétences des acteurs et non sur une hiérarchie fixée a priori. Si le schéma ne conservait que ces petits cercles sombres, on retrouverait l'organisation classique de mise au point des produits.

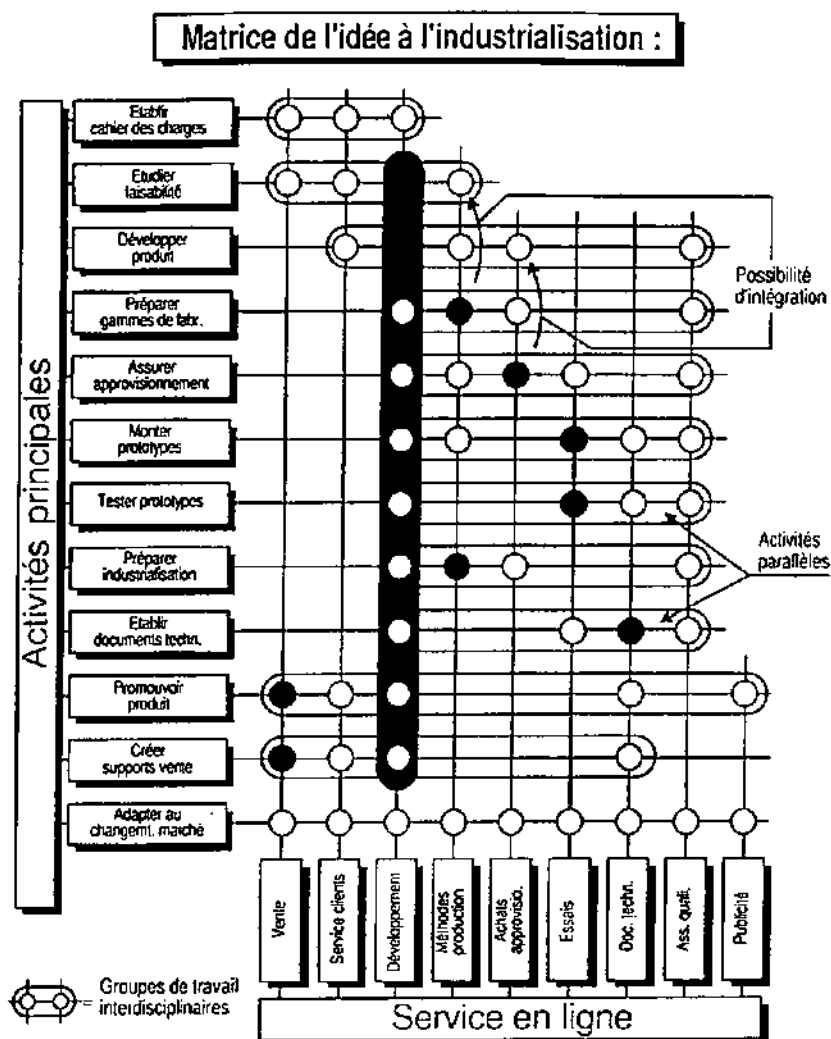
D'une part, la figure 2.1 met en évidence des opportunités d'intégration de groupes interdisciplinaires de travail. Les connaissances relatives à l'étude de faisabilité, au développement du produit et à la préparation des gammes de fabrication, par exemple, peuvent être intégrées, afin d'être prises en compte dans la phase la plus proche du début du projet et, de ce fait, diminuer les corrections et modifications après coup.

D'autre part, elle laisse apparaître des activités candidates à l'exécution concourante au sein d'un même service, comme le test des prototypes et l'établissement d'une documentation technique par le service de documentation technique, par exemple.

Une telle matrice n'est pas liée à l'un ou l'autre des produits de l'entreprise, mais peut être imaginée pour toutes ses lignes de produits.

L'organisation matricielle ne se met pas en place facilement. Elle suppose un grand effort psychologique des employés, qui perdent leurs repères hiérarchiques et fonctionnels, mais aussi leur stabilité relationnelle (on travaille d'habitude avec quelques personnes fixes qu'on connaît très bien), au profit d'une activité diversifiée, changeante et exigeant une forte mobilité fonctionnelle et personnelle. Une telle organisation convient bien à des firmes de grande taille, développant beaucoup de nouveaux projets avec un maximum de ressources

Figure 2.1: exemple d'organisation matricielle



internes. Son application intégrale semble, en revanche, moins adaptée à des P.M.E. faisant partie de réseaux de production ou alors faudrait-il que toutes les firmes partenaires dans un même projet d'innovation s'entendent à la mettre sur pied, en solutionnant tous les problèmes de coordination que cela suppose.

En dépit de certaines limites, l'organisation matricielle comporte de nombreux avantages. Selon Eggenberger (1993), elle autorise, tout d'abord, une compression du temps entre l'idée et l'industrialisation. Dans les groupes de travail, l'autocontrôle permet la concentration sur le besoin et la recherche de satisfaire ce besoin, aussi bien que nécessaire et non pas aussi bien que possible. L'exécution concurrente de tâches suppose le risque d'entamer la phase suivante même si la précédente n'est pas terminée, mais elle fait gagner du temps. Enfin, pour accélérer les activités, un moyen puissant est la standardisation des pièces, à l'aide des techniques informatiques qui font précisément l'objet de la section suivante.

2.2.3 Intégration des systèmes informatiques de conception, de fabrication et de logistique

L'intégration des informations relatives à la conception des produits comporte trois degrés successifs: la conception assistée par ordinateur (CAO), l'Ingénierie Assistée par Ordinateur (IAO) et l'ingénierie simultanée.

De nos jours, l'utilisation de systèmes de CAO est monnaie courante dans la plupart des entreprises. A titre de rappel, il convient de mentionner que les fonctions de la CAO sont de cinq ordres: la modélisation géométrique; l'analyse; la cinématique; le dessin automatique; les bases de données géométriques. En règle générale, la CAO permet de modéliser un objet aux fins de le soumettre aux simulations de l'Ingénierie Assistée par Ordinateur (IAO).

L'IAO, pour sa part, a pour mission de développer les produits de manière à en optimiser l'industrialisation, les performances et le coût (par exemple, par comparaison de matériaux possibles ou de conceptions différentes). L'IAO recouvre donc trois domaines d'application: l'analyse structurelle et la prévision de fiabilité et durée de vie des produits; la prévision ou simulation des performances; la simulation du processus de fonctionnement des équipements

(WALDNER, 1990). Afin de pouvoir tenir son rôle de charnière entre les bureaux de R&D et les ateliers, l'IAO doit exploiter les informations provenant du système de CAO, mais également les données en provenance de la Gestion de Production Assistée par Ordinateur (GPAO).

Avec l'ingénierie simultanée, Clark et Fujimoto (1991) et Scheer (1991) vont encore plus loin que l'IAO. Ils postulent que le processus de conception moderne repose sur l'intégration informatique de toutes les données entrant dans la description des nouveaux produits. Ces données concernent les spécifications du marketing, la géométrie des pièces, la structure, la planification des procédés de fabrication, l'assurance qualité et la logistique. Selon cet auteur, l'intégration des systèmes d'information est une nécessité, si l'on entend réduire les temps de développement et rationaliser le processus de mise au point des produits. Les potentiels de rationalisation sont énormes si l'on considère que les différentes fonctions impliquées dans ce processus disposent souvent de systèmes informatiques peu ou pas compatibles les uns avec les autres, avec tous les problèmes de redondance, de saisies multiples et de transfert de données que cela peut comporter.

Toutefois, à l'heure actuelle, le stade de développement le plus raffiné en matière d'intégration du processus de conception consiste en une prouesse technologique tout à fait étonnante: la simulation du comportement de chaînes d'assemblage, à partir de prototypes de produits virtuels eux-mêmes simulés à l'aide de moyens informatiques (CAO, IAO, simulation etc.) sophistiqués à l'extrême. En l'occurrence, il s'agit même d'une intégration complète de deux processus clés de production, à savoir la conception, d'une part et la fabrication, d'autre part²⁵.

Afin d'illustrer ces propos, prenons un exemple d'actualité: la simulation des chaînes d'assemblage dans la nouvelle usine de Chrysler aux Etats-Unis²⁶. Depuis un bon moment, les nouveaux modèles de voitures sont conçus par CAO, mais la réalisation de

²⁵ Juratech, antenne jurassienne du Centre CIM de Suisse Occidentale (CCSO), propose une méthode nommée SLIMAS qui poursuit tout à fait cette logique.

²⁶ Cet exemple est tiré d'un article récent de "The Economist" (1995).

prototypes "matériels" et le passage de ces derniers dans les chaînes d'assemblage restent des préalables indispensables au lancement des séries en production, afin de vérifier dès le départ que le nouveau modèle peut effectivement être produit tel qu'il a été conçu. De plus, la réalisation de prototypes s'accompagne souvent de la création de nouveaux outils et moyens de production. Or, ce processus foisonne d'essais et d'erreurs et s'avère lent et fastidieux. Les imprévus et les "retour à la case de départ" sont nombreux, comme en témoigne l'expérience de Chrysler avec son modèle "Dodge Intrepid".

Dans le but de surmonter ces problèmes, Chrysler a donc décidé de chercher une solution totalement informatisée, permettant une intégration instantanée, à chaque stade de développement et de fabrication, de toutes les données et opérations interdépendantes. L'idée sous-jacente vise à obtenir une simulation informatique complète du processus de fabrication sans construire un seul élément physique. La voiture virtuelle passe alors, à l'écran, dans des chaînes d'assemblage virtuelles. Pour ce faire, les spécialistes commencent par dire à l'ordinateur quels composants, outils et machines doivent être utilisés et à quels endroits de la chaîne ils doivent apparaître. Les ingénieurs observent ensuite, image par image, les réactions de la chaîne et ses effets sur le produit. Le niveau de simulation ainsi obtenu montre jusqu'à des détails à peine perceptible en temps normal, tels que l'alignement imparfait de composants devant être assemblés. Toute imperfection renvoie soit à l'amélioration des spécifications du produit, soit à la modification de la chaîne d'assemblage ou même les deux. Le produit et l'équipement définitifs ne sont donc retenus qu'après une simulation parfaite.

Les avantages de cette intégration poussée sont évidents: réduction des délais et des coûts, possibilité de réaliser une grande variété de produits sur une seule et même chaîne d'assemblage. Ce dernier atout provient du fait que concepteurs et responsables du marketing peuvent à tout moment confronter leurs projets de nouveaux modèles aux contraintes effectives des chaînes d'assemblage existantes. Ce système -dénommé DMAPS et imaginé par Dassault Aviation- devrait se répandre rapidement auprès de tous les fabricants de l'industrie automobile, malgré un coût élevé (100'000\$ par station de travail). De façon générale, son emploi se justifie dans le cas de grandes séries intégrant de nombreux composants, comme les voitures, mais semble inadapté à la fabrication de petites séries

variables, surtout si celles-ci exigent un assemblage manuel. De plus, un tel système -vu son coût et sa complexité- ne paraît pas à la portée financière et technique des P.M.E. traditionnelles.

Pratiquement, ces systèmes intégrés de conception sont, dans une première phase, mis en place à l'échelle de la firme individuelle. Il s'agit du cas le plus fréquent. Toutefois, dans une seconde phase, leur diffusion peut s'étendre à un groupe d'entreprises, voire à un système de valeur, comme c'est le cas dans le secteur automobile, où certains grands constructeurs intègrent leurs fournisseurs dans la conception de nouveaux modèles, par le biais d'équipes de projets communes et d'applications informatiques partagées fonctionnant en réseau (SCHEER, 1991).

2.3 Intégration du processus de fabrication des produits

On associe souvent l'intégration des processus de fabrication à la modernisation des équipements et à l'automatisation des opérations manufacturières. Dans la foulée, on oublie que la substance des processus de fabrication n'est pas uniquement matérielle. Elle l'est même de moins en moins, car l'information relative aux pièces et aux moyens de production devient l'élément central de la maîtrise de la fabrication. Aussi, l'organisation des tâches, le respect d'une démarche visant la qualité optimale des pièces et du travail et la maîtrise de l'information -ces annexes traditionnels des toutes puissantes machines- jouent-elles un rôle bientôt plus important que les équipements de production eux-mêmes.

L'intégration des processus de fabrication vise justement à réconcilier les fondements de la performance manufacturière que le modèle taylorien avait découplés. De nos jours, elle repose en particulier sur les composantes suivantes:

- ☐ les îlots de fabrication,
- ☐ l'assurance qualité et la qualité totale,
- ☐ l'intégration des informations de fabrication et les équipements flexibles.

2.3.1 Îlots de fabrication et technologie de groupe: des ateliers d'un type différent

Les îlots de fabrication font l'objet d'une étude scientifique attentive, notamment par Brödner (1993) qui voit en eux des "systèmes de production anthropocentriques". Souvent confondus avec les équipements modernes qui les rendent performants (en particulier la TGAO et les ateliers flexibles), les îlots de fabrication provoquent une rupture dans la conception des ateliers qui va bien au-delà d'un simple changement de nature technique. Leur impact porte sur l'organisation et le fonctionnement des usines, sur le choix de leur implantation et sur le mode de gestion de leur personnel. Ils doivent être conçus pour satisfaire en priorité la contrainte de flexibilité et réduire au minimum les temps morts. Cette exigence conduit à remplacer progressivement l'organisation en sections homogènes regroupant les machines de même technologie, remplissant des fonctions similaires, par une organisation en lignes de produits et, par conséquent, en îlots autonomes capables de traiter des groupes de pièces possédant des caractéristiques morphologiques et dimensionnelles identiques.

Une telle substitution comporte un double avantage. Elle permet d'assurer une meilleure continuité de la production, même si elle doit être effectuée par petites quantités, ce qui laisse souvent des machines au repos et donne l'impression erronée d'un manque de productivité. Elle crée une solidarité plus étroite entre les participants à la réalisation d'un même programme. Pour en donner une définition succincte, un îlot de fabrication regroupe donc des personnes, des moyens de production et des machines en fonction du principe de traitement intégral (usinage complet) de familles de pièces. S'y ajoutent normalement des fonctions préparatoires telles que la planification du travail et des mises en fabrication, la maintenance préventive ou le changement d'outil en temps masqué. En vertu du principe de l'autocontrôle, l'îlot de fabrication devient également le lieu du contrôle de qualité.

Compte tenu des responsabilités accrues dont ils sont censés bénéficier, les agents des îlots de fabrication doivent acquérir davantage de polyvalence, afin de pouvoir assumer n'importe quelle opération selon les besoins et disponibilités de l'îlot. Il s'agit de pouvoir travailler sur plusieurs lignes de produits et de réagir rapidement aux fluctuations des charges de production. De plus, le travail en îlots

suppose un assouplissement des horaires et ne permet plus le recours au travail intérimaire, puisque l'efficacité des employés n'est satisfaisante qu'après un certain temps d'adaptation à la logique productive de l'îlot auquel ils sont affectés. Selon Paché et Paraponaris (1993), le travail en îlots de fabrication nécessite une continuité d'apprentissage des individus au travail. En forçant le trait, on pourrait dire que les opérateurs sont constamment en apprentissage face à des combinaisons productives "produits-opérations-postes de travail" ouvertes.

Concernant l'implantation des machines, un des plus grands constructeurs de matériel informatique au monde -IBM- a conçu dans l'une de ses usines françaises un système modulaire de production permettant, à partir de la mobilité des machines (celles-ci ne sont pas définitivement fixées au sol, on peut les mouvoir), plusieurs alignement différents, c'est-à-dire plusieurs processus possibles. Cette flexibilité opérationnelle représente un cas extrême qui a valeur de symbole. Dans la pratique, on remarque que les usines bénéficiant de l'implantation la plus rationnelle et la plus flexible sont, en général, celles qui ont eu l'opportunité de déménager dans des locaux neufs ayant précisément pu être adaptés aux exigences nouvelles de la production.

Du point de vue de la technologie, les îlots de fabrication combinent souvent des équipements flexibles tels que machines à CNC, cellules de production, centres d'usinage, convoyeurs, robots ou magasins automatisés, avec des terminaux d'ordinateurs grâce auxquels leur action peut être coordonnée et suivie en temps réel avec les plans directeurs de production. Toutefois, l'informatisation et l'automatisation n'est pas une condition de fonctionnement obligatoire pour ce type d'organisation. Seule la TGAO peut être considérée comme une composante nécessaire, dans la mesure où son absence limiterait considérablement les possibilités de standardisation des pièces et leurs regroupements en familles, dont on sait qu'elles constituent la clé de voûte des îlots de fabrication.

Selon Scheer (1991), la technologie de groupe représente, en quelque sorte, l'intégration entre la CAO et la FAO ramenée au niveau des îlots de fabrication. Développée au début des années quatre-vingt, puis sans cesse améliorée avec les progrès de l'informatique, cette méthode consiste à identifier les pièces fabriquées par une entreprise, suivant un code rassemblant des informations sur leurs formes et leurs

dimensions, leurs tolérances, le matériau, le procédé de fabrication. Ce code sert de base à leur regroupement en familles, auxquelles on fait correspondre des plans et des règles de conception standardisées pour le bureau d'études, des gammes opératoires types pour le bureau des méthodes et des moyens de production regroupés en cellules pour la fabrication.

Dans une firme convertie à la TGAO, le bureau d'études ne lance jamais une nouvelle pièce avant d'avoir vérifié si celle-ci n'existe pas déjà. Il commence donc par la codifier à l'aide de l'ordinateur. Le code sert ensuite à scruter la base de données pour en extraire la pièce identique ou du moins la famille dans laquelle la nouvelle pièce peut entrer. Au besoin, le concepteur modifie légèrement son dessin de départ. A chaque famille de pièces correspondent des plans types et des règles de standardisation concernant les éléments de formes, de dimensions, etc.

Si la démarche TGAO s'en tenait là, elle ne servirait qu'à limiter la prolifération de plans. Mais, elle se prolonge au bureau des méthodes où le préparateur peut, lui aussi, récupérer un maximum d'informations existantes concernant les plans d'opérations à suivre pour la fabrication des pièces. Au bout du compte, la TGAO permet d'identifier les processus de fabrication les plus performants compte tenu des contraintes existant dans les ateliers. Elle induit un raccourcissement des circuits des pièces, une réduction des temps de réglage et une diminution des en-cours et des délais.

A l'instar des équipements de production flexibles, les flots de fabrication apportent une réponse significative aux problèmes d'efficacité de nombreuses entreprises. Mais, au-delà de la technologie et de l'organisation flexible, il importe de mettre le doigt sur ce qui représente, sans nul doute, une source de dysfonctionnement masquée, cachée et difficile à éliminer. Il s'agit de s'intéresser à cette "chose" qui semble aller de soi pour tout le monde et qui, pourtant, grippe les mécaniques les mieux huilées, bloque les systèmes les plus intégrés: le manque de qualité dans les pièces, dans l'information et, de façon générale, dans le travail.

2.3.2 La qualité: clé de voûte de l'intégration des opérations manufacturières

Affirmer que le respect de la qualité est une condition de succès dans l'industrie tient du lieu commun. En 1664, Colbert lui-même, ministre des finances de Louis XIV, dans une fameuse lettre envoyée à son Roi, estimait que pour vendre à l'étranger les fabriques françaises devaient produire des biens de qualité supérieure. Pourtant, notre société industrielle a la mémoire courte, elle qui pense avoir révolutionné la production avec des normes drastiques de certification de la qualité. Si la qualité est historiquement inscrite dans les gènes industriels, pourquoi faudrait-il en certifier l'existence en déversant dans les entreprises des codes de conduite tels qu'en contiennent parfois ISO 9000 ou TOM?

L'industrie contemporaine ne s'imposerait pas ce genre de supplice sans raisons valables. Il s'agit de considérer le contexte de production actuel. Les flux de biens, d'argent et d'information atteignent une vitesse inconnue jusqu'ici. Le rythme de l'économie n'est plus supportable partout pour tout le monde. Pressé par le temps, sommées de devenir plus efficaces, de nombreuses firmes perdent pied...et s'accordent quelques largesses quant aux spécifications demandées, afin de respecter les délais ou les prix, ou les deux ou le contraire. Toujours est-il que lorsqu'on est pressé soi-même, on peine à contrôler sa propre activité. A plus forte raison, on manque de temps pour contrôler ce qui vient d'ailleurs. Il convient donc de s'en faire certifier la conformité, la qualité et la fiabilité. Corollaire logique de ce phénomène, on doit également prouver aux clients que l'on produit soi-même selon des méthodes dont la qualité répond à des exigences normées.

Dans une économie dominée par l'efficacité temporelle -le juste-à-temps en est l'expression suprême-, il s'agit de limer au maximum les coûts inhérents aux transactions. Or, pour ce faire, quoi de plus pratique et de plus fiable qu'un ensemble de règles, de normes et de procédures agréées de manière universelle. Institutionnalisons donc la qualité, lorsque celle-ci n'est pas une valeur clé de la culture d'entreprise ou de la mentalité régionale, afin de fluidifier l'économie. Voilà, en quelques mots, comment et pourquoi des montagnes de papiers tels que ISO 9000 -en toute autre circonstance

jugées comme une paperasserie inutile de plus- trouvent une justification presque candide auprès de certains industriels.

Tenter de résumer ici le contenu exact de ces "bibles" de la qualité constituerait un sacrilège, tant il est vrai que ces références professionnelles n'ont pas pour habitude d'aligner des paragraphes redondants ou vides de sens pratique. Il convient donc de se limiter à en retranscrire la philosophie, sur la base de quelques publications de référence (PRICE et CHEN, 1993; SCHONBERGER, 1994) Tout d'abord, qu'est-ce que la qualité? Selon une définition simple empruntée à la norme ISO 8402, la qualité équivaut à un "ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites".

Prenons le concept de la gestion de la qualité totale²⁷, très connu son sigle anglo-saxon de TQM (Total Quality Management). Né aux Etats-Unis, ce concept associe à la recherche de la qualité les différentes étapes du processus productif: définition du produit, conception, exécution, commercialisation, emploi, maintenance. Les responsables de chacune de ces étapes doivent participer à cette recherche, qu'ils fassent partie intégrante de l'entreprise qui gère le processus ou qu'ils lui apportent leur concours Ce dernier point explique notamment pourquoi les procédures d'assurance qualité et de certification ISO, initiées par les grands donneurs d'ordres, ont rapidement essaimé chez les fournisseurs de composants. Les informations utiles, notamment celles qui ont trait aux dysfonctionnements, doivent être échangées et prises en compte à tous les stades du "dispositif" ou, en d'autres termes moins techniques, tout au long du système de valeur. A cet effet, l'emploi conjoint de la technique d'analyse de la valeur et la constitution de groupes de projets multidisciplinaires se généralise. L'application du principe "la qualité ne se contrôle pas, elle se fabrique" induit la substitution de l'autocontrôle effectué en temps réel sur le lieu de l'action au contrôle a posteriori réalisé par un service centralisateur.

²⁷ Le qualificatif de "totale" est, à notre sens, bien mal choisi, car il incite à rechercher la solution la plus extrême, au risque d'atteindre une qualité surfaite et donc coûteuse, au lieu de prôner la recherche d'une qualité optimale compte tenu des contraintes commerciales, techniques ou financières existantes.

L'effet intégrateur du mouvement de la qualité est puissant. Selon Altersohn (1992), il se caractérise par l'association de toutes les intelligences à la satisfaction de la demande finale et par l'intégration de la fonction de contrôle dans une fonction d'exécution élargie. Il s'agit d'une remise en cause profonde d'un système industriel qui cantonnait le personnel productif et les sous-traitants dans des tâches d'exécution peu qualifiées. On comprend donc que, tout en admettant le caractère positif de ces mutations, une partie des entrepreneurs éprouvent des difficultés à les opérer et manifestent des réticences.

Il existe, à notre connaissance, peu d'études empiriques de grande envergure à propos des effets du mouvement qualité sur la marche des entreprises. L'une d'entre elles (PRICE et CHEN, 1993) montre que, pour les firmes désireuses d'atteindre un niveau de qualité totale, les ressources financières et surtout humaines à consacrer sont énormes. Dans le cas de P.M.E., cet effort peut même perturber sérieusement la marche de l'entreprise. La direction manque de temps pour diriger les affaires et l'introduction de procédures formelles dans des organisation informelles paralyse les employés. A l'image des remèdes homéopathiques, la qualité totale semble empirer la situation avant de produire des effets positifs évidents, ce qui ne manque pas de décourager le personnel et de le conforter dans son scepticisme initial. S'il n'est pas bien motivé, le surplus de rigueur qu'introduit le respect des normes de qualité est souvent confondu avec une "bureaucratization" malsaine du travail.

Si le respect de l'assurance qualité est "suggéré" aux fournisseurs par le client, celui-ci doit tenir compte de l'effort qu'il exige de ses partenaires. La qualité totale inspire le sentiment qu'il faut "bien faire du premier coup", ce qui ne dispense pas de faire mieux la prochaine fois. Beaucoup de grandes firmes assistent donc leurs principaux fournisseurs dans le changement en direction de la qualité totale. Ce soutien se concrétise par des audits destinés à faire l'inventaire des points à améliorer et par le transfert d'outil de gestion (tableaux de bord, organigrammes, etc.), d'instruments de suivi statistique et de manuels de gestion de la qualité.

La certification de la qualité est un processus qui s'inscrit dans la durée. On ne devient pas "bon" une fois pour toutes. L'assurance qualité donne lieu à des audits périodiques des opérations de production, d'installation et de contrôle. La norme de certification rappelle que l'assurance de la qualité est utilisée comme outil de

gestion. Elle donne confiance au client qui peut alors alléger ou supprimer chez lui les contrôles de réception de la marchandise. Certains secteurs industriels vouent un véritable culte à la certification de la qualité. Il s'agit, en général, d'industries où les échanges engagent d'innombrables agents répartis dans le monde et pour lesquelles les coûts de transaction sont élevés. Les normes de qualité sont, en revanche, peu développées dans les branches où les firmes se concentrent dans un espace restreint, où chacun connaît, avec l'expérience, les forces et les faiblesses de ses voisins, où il existe aussi parfois des cultures et des traditions de la qualité bien plus anciennes que la mode de la certification.

2.3.3 Intégration des informations de fabrication et équipements flexibles.

La Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) a connu un développement extraordinaire ces dernières années. Mais, le point de départ de cette évolution a été l'apparition de machines à commande numérique informatisée (CNC). Les machines à CNC utilisent des informations enregistrées au préalable et codées de façon à ce que la fabrication d'une pièce se réalise sans l'intervention de l'homme, grâce à une connexion électronique entre la machine et un ordinateur, dans lequel on retrouve, en principe, des applications de CAO et de FAO. A cet égard, les robots ont ajouté une nouvelle dimension à la méthode de fabrication par le caractère programmable de leur organe de commande. En effet, les robots industriels deviennent de plus en plus "intelligents" en disposant de capteurs visuels et tactiles. Leur utilisation dans des lieux dangereux et pour des opérations à risque pour l'opérateur constitue un atout essentiel dans la modernisation de l'appareil de production.

Selon Procter et al. (1994), les principaux domaines de la FAO comprennent: la commande numérique, la robotique, la technologie de groupe, la manutention automatisée, les tests et la surveillance automatiques. L'ordonnancement du processus de fabrication joue un rôle important dans la FAO par l'élaboration de suites détaillées des opérations à exécuter. Son but est de générer automatiquement le plan du travail et de décrire les instructions et l'état de la pièce à chaque poste de travail.

La manutention automatisée et intégrée à la FAO devient une donnée cruciale des usines modernes (WEGNEZ, 1989). En effet, l'on ne peut exploiter pleinement le potentiel de l'équipement de fabrication automatisée que s'il y a un flux bien ordonné des matières premières, composants, en-cours et produits finis à l'intérieur des ateliers. Ils doivent être transportés rapidement et en toute sécurité d'un poste de travail à l'autre. Les composants et outils doivent être facilement accessibles et les produits retrouvés rapidement. La manutention automatisée comprend des systèmes d'identification des pièces et de guidage automatiques (engins filo-guidés, par exemple) et des magasins automatisés. Elle permet la réduction du nombre de postes de travail tout en augmentant l'usage des machines, grâce à sa capacité de transporter plus ou moins n'importe quelle pièce à n'importe quel endroit et ceci à tout moment du cycle de production.

Pour terminer ce bref survol des techniques et méthodes d'intégration de la fabrication, il convient de dire quelques mots au sujet d'une composante de CIM très souvent négligée: la Maintenance Assistée par Ordinateur (MAO). La gestion informatisée de cette phase "morte" d'exploitation conduit à l'optimisation du temps respectivement attribué à la fabrication et à la maintenance qui, malgré sa réputation erronée de "tâche improductive", reste nécessaire. En effet, selon Cohendet et al. (1987), la MAO permet de choisir le bon moment pour arrêter et entretenir des machines, en offrant un calcul fiable du risque de panne encouru, à partir d'un arbitrage entre une maintenance anticipée et les coûts induits par une interruption non prévue de la production.

2.4 Intégration du processus de logistique

L'intégration du processus de logistique des produits a pour objectif la satisfaction de la demande à servir, avec des objectifs de meilleures conditions de coût et de qualité de service (ponctualité, fiabilité des opérations exécutées), tout en maîtrisant les aléas de cette même demande. Elle repose sur les éléments suivants:

- ☐ l'intégration du processus de gestion,
- ☐ la production en juste-à-temps,
- ☐ l'intégration de la chaîne logistique.

2.4.1 Intégration du processus de gestion

Une majorité de grandes et de moyennes entreprises est aujourd'hui équipée d'ordinateurs et de logiciels facilitant l'automatisation de tâches telles que la gestion des commandes, la facturation aux clients, la réception des paiements, la gestion des approvisionnements, le paiement des factures, la tenue des salaires et de la comptabilité générale ou encore la gestion des stocks. Des applications portant sur le contrôle et l'analyse des coûts ou les données de marketing se répandent également. Toutefois, ces diverses applications ont souvent été implantées sans grande cohérence, en fonction de désirs ponctuels départementaux et suite à des investissements fractionnés dans le temps, à des époques où le matériel à peine acheté ici perdait déjà de sa compatibilité avec les solutions retenues là une année plus tard. Dans un contexte CIM d'intégration des flux de pièces et d'informations, la grande question consiste donc non pas à savoir combien d'applications différentes une entreprise possède, mais dans quelle mesure ce dont elle dispose constitue un système de gestion homogène.

Conscients du problème que représente le fractionnement historique des applications de gestion, les fournisseurs de logiciels ont donc progressivement trouvé une parade sous la forme d'un agent fédérateur des données de gestion: la Gestion de Production Assistée par Ordinateur (GPAO), véritable "colonne vertébrale" du système d'information de gestion moderne, pour reprendre les termes de Waldner (1990, p. 39).

Selon Waldner (1990), un système de GPAO a pour fonction propre de gérer les ressources (main-d'oeuvre et matières) de l'entreprise industrielle afin de réaliser à tout instant le meilleur compromis global entre trois objectifs partiels contradictoires:

- ☐ sur le plan commercial, assurer le meilleur service client, quitte à garantir la flexibilité au moyen de stocks élevés,
- ☐ sur le plan financier, éliminer les immobilisations superflues,
- ☐ sur le plan manufacturier, rentabiliser l'outil de production quitte à rallonger les séries.

Pour atteindre ces objectifs, la presque totalité de l'entreprise est concernée, raison pour laquelle la GPAO doit officier comme

serveur d'information vers toutes les autres applications industrielles de la firme, afin d'assurer la non redondance des informations et leur mise à disposition en temps réel.

De manière simplifiée, la GPAO prend en compte les tâches de:

- ☐ programmation des besoins d'achats et de fabrication,
- ☐ analyse des charges et capacités, des disponibilités et de la faisabilité (délais),
- ☐ politique de gestion de stock,
- ☐ ordonnancement et lancement des ordres de fabrication,
- ☐ documents de fabrication,
- ☐ suivi de l'avancement des réalisations.

Afin de pouvoir définir et suivre la structure des produits, les processus de fabrication, les coûts, etc. au niveau des différents interlocuteurs (services de production, achats, administration des ventes, etc.), la production est formalisée autour de quatre données types:

- ☐ les articles,
- ☐ les nomenclatures,
- ☐ les gammes de fabrication,
- ☐ les moyens de production et les postes de travail.

On entend par "article" tout produit ou composant mis en oeuvre dans l'entreprise ou dont la réalisation est confiée à l'extérieur. Les "nomenclatures" constituent la structure arborescente qui permet de représenter la combinaison des composants pour former les produits composés. Les "gammes" décrivent, quant à elles, l'ensemble ordonné des opérations à réaliser pour passer d'un niveau de nomenclature donné au niveau immédiatement supérieur. Enfin, les "moyens de production" se réfèrent à toutes les ressources et facteurs de production dont dispose l'entreprise pour assurer la transformation de biens et de services en produits manufacturés.

Selon Scheer (1991), la GPAO fonctionne sur quatre horizons temporels différents:

- ☐ à très long terme, avec le plan directeur de production, qui permet de simuler les orientations futures en termes de stratégie de production et d'organisation de la firme,
- ☐ à moyen terme, avec le programme de production qui permet d'établir les approvisionnements de matières et une planification des charges (sans tenir compte, toutefois, des capacités effectives des postes de travail),
- ☐ à court terme, avec l'ordonnancement d'atelier, qui permet de planifier à la semaine ou même au jour le jour les charges d'ateliers, sur la base des capacités effectives des postes de travail et des priorités de réalisation,
- ☐ en temps réel, avec le suivi d'atelier, qui autorise le contrôle de la validité des choix effectués et, au besoin, leur correction sur la base d'écarts constatés.

Cette démarche globale remonte à l'apparition du premier concept de "Material Requirement Planning" (M.R.P.), en 1965. Ce dernier a, depuis lors, été affiné (MRP2), mais aussi contredit par des systèmes tels que le Kanban, qui pilotent la production en cascade en remontant tout le système de production à partir de la commande finale des clients.

L'intégration de la gestion pourrait faire l'objet de nombreux développements. Toutefois, ceux-ci nous conduiraient à dépasser l'objectif fixé dans ce chapitre. Il semble donc plus opportun d'aborder maintenant l'ensemble dans lequel s'inscrit l'intégration de la gestion, à savoir la production en juste-à-temps et l'intégration complète de la chaîne logistique.

2.4.2 La production en juste-à-temps

Symbole suprême de la chasse au gaspillage et de la maîtrise du temps dans les processus de fabrication, la production en juste-à-temps (JAT) doit son existence au bon sens des industriels japonais et à celui de l'ingénieur Ohno de chez Toyota. Réduire l'oisiveté des fonds et des en-cours, telle était la première vocation du JAT. Alors

qu'autrefois les fournisseurs produisaient telle pièce en grande série puis la livraient sporadiquement par grosses quantités, selon le système JAT, il y a livraison fréquente de petites quantités au moment précis où l'on a besoin des pièces pour les assembler. Cette innovation -mais, en est-elle vraiment une lorsqu'on sait que le Japon l'applique depuis le début des années soixante?- permet à la fois d'accélérer la production et de réduire radicalement les capitaux immobilisés sous forme de stocks. De plus, le JAT comporta l'avantage de répartir sans perte de temps la production entre les variantes parfois nombreuses d'un même modèle de base. Cet apport est, on en conviendra, tout à fait appréciable dès lors que la multiplication des variantes est imposée par une clientèle qui n'accepte plus d'acheter une voiture de n'importe quelle couleur pourvu qu'elle soit noire.

En fait de JAT, il s'agit de se montrer précis. Jeté en pâture aux médias avides de nouveautés, le principe du JAT apparaît enfantin, presque trivial tant il est vrai que tout bon employé dans une usine respectable n'a jamais eu d'autre impression que de produire "au plus juste". Comprendre le JAT est une chose, le mettre en pratique en est une autre.

Tout d'abord, ce système de gestion ne vise pas à éradiquer tous les stocks. Empreints de pragmatisme, les japonais n'ont jamais traqué autre chose que les stocks dus aux excès de complexité des flux de production, aux rebuts et aux variabilités de la charge productive entraînée par une insuffisance de coordination entre opérations. Mais, ils n'ont jamais renoncé aux véritables stocks de sécurité, car leur disparition est aussi nuisible pour la tension des flux de production que l'existence d'un surplus. Mal interprétée, notamment aux Etats-Unis, la notion de "zéro stock" aurait dû être comprise comme un "zéro besoin de stock" et un "stock de sécurité minimum". Aussi, le désormais fameux adage "zéro stock" est-il assurément la première hérésie à oublier d'entrée, comme le souligne avec ironie Cusumano (1994). Le JAT sous-tend également quatre autres "zéros" (délai, défaut, panne et papier).

Ensuite, il ne faut pas perdre de vue que le JAT n'est pas une technologie, même s'il devient de plus en plus un complément nécessaire au bon fonctionnement de cette dernière. A vrai dire, si l'on excepte certains systèmes électroniques très récents de gestion à distance, le JAT se fonde avant tout sur des principes d'ordonnancement et des méthodes de gestion de la fabrication:

- ☐ l'appel par l'aval,
- ☐ la méthode Kanban,
- ☐ le système SMED,
- ☐ l'assurance de la qualité,
- ☐ la mise en ligne de la production,
- ☐ la simplification des flux de production (réduction des transits entre opérations).

Nous n'allons pas procéder ici à l'examen approfondi de ces différentes composantes²⁸. Certaines d'entre elles, comme l'assurance de la qualité, ont déjà été abordées précédemment. D'autres figurent dans le lexique terminologique situé en annexes de cet ouvrage. Passons simplement en revue celles dont la mise en place est considérée par une majorité d'auteurs comme incontournable, si l'on entend produire "au plus juste".

L'appel par l'aval permet de piloter la production en la faisant tirer par la demande réelle et immédiate du consommateur, d'où la notion de flux tendu. Afin de répondre à cet appel par l'aval, toutes les fournitures doivent arriver à l'endroit où l'on en a besoin au moment nécessaire. Elles doivent être parfaitement utilisables et, par conséquent, ne présenter aucun défaut, raison pour laquelle les systèmes d'assurance qualité sont des compléments indispensables au JAT. Cette rigueur en matière de qualité joue aussi bien envers les propres ateliers de l'entreprise qu'envers ses fournisseurs extérieurs. L'appel par l'aval est dit synchrone lorsque le système est conçu pour faire en sorte que la livraison intervienne juste avant la mise à la disposition du consommateur. La livraison peut s'effectuer à partir d'un petit stock de renouvellement de consommation réelle ou directement à partir de la ligne de production. Grâce à l'appel par l'aval, le producteur évite donc, en l'absence de prévisions de ventes fiables, le dilemme classique du surplus ou de la rupture de stock.

²⁸ Le lecteur soucieux d'approfondir cette question peut se référer aux ouvrages de référence de Ohno (1978), de Shingo (1984) et de Bounine et Suzaki (1986).

La méthode Kanban mis au point par les japonais (SEKINE, 1983; SHINGO, 1984) constitue un support tout à fait indiqué pour la circulation de bons de commandes de pièces d'après le système JAT. En effet, l'information est transmise au producteur par l'intermédiaire d'un jeu d'étiquettes correspondant chacune à un conteneur ou à une caisse contenant toujours la même quantité unitaire. Les étiquettes, dont l'ensemble représente toujours la même quantité consommée, sont placées sur un tableau dans une zone d'attente de lancement. Leur nombre ne doit donc pas dépasser un chiffre déterminé. Les étiquettes en surplus sont placées dans une seconde zone. Les nouvelles fabrications doivent être lancées de manière à éviter qu'aucune étiquette ne se retrouve dans une troisième zone dont l'occupation signifierait que le client (interne ou externe) est en rupture de stock.

Selon Waldner (1990), l'un des critères pour qu'une gestion Kanban soit réussie consiste en l'optimisation du nombre d'étiquettes, de lots, de containers ou de palettes en circulation entre les opérations de production. Par ailleurs, Kanban déclenche la fabrication sur la base de consommations passées. Cela implique une consommation régulière et connue, sinon la constitution ou l'accroissement de stocks de sécurité est nécessaire, d'où perte d'intérêt de la méthode. Une telle démarche ne s'appliquera donc qu'à une fabrication répétitive de série dont les prévisions sont fiables à deux à trois mois. Le producteur ne devant en aucun cas être pris au dépourvu, on l'exclura dans le cadre de la gestion des articles spécifiques ou sur commande, dont la demande est imprévisible.

Dans les unités de production intégrées modernes, le principe de gestion des boucles Kanban est totalement intégré aux dispositifs logistiques. Ainsi, le principe théorique de circulation des étiquettes papier est remplacé par des échanges de données électroniques et des signaux électromécaniques. Les tableaux Kanban peuvent être remplacés par un système d'ordinateurs et de robots pilotant des chariots filo-guidés et les chargeurs de magasins automatiques.

Dans ces conditions, on comprend aisément que les entreprises impliqués dans le JAT cherchent de plus en plus à établir des partenariats durables avec leurs principaux fournisseurs -après en avoir réduit le nombre-, car tout manquement de la part de ces derniers peut avoir des conséquences néfastes sur leur propre activité. En contrepartie de leur excellence, les fournisseurs demandent une

meilleure information quant aux tendances du marché, ainsi que des garanties de commandes à plusieurs mois nécessaires à la mise en place de processus modernisés et plus intégrés (DYER et OUCHI, 1993). Ces concessions réciproques ne peuvent se concevoir que dans le cadre d'une coopération étroite sur le long terme. A cet égard, les réseaux régionaux de production, caractéristiques des districts industriels italiens et de certaines régions industrielles comme la Silicon Valley ou l'Arc jurassien, disposent d'un avantage théorique: leur atmosphère de proximité propice à la collaboration informelle et durable. Mais, cet atout théorique n'est pas toujours exploité en pratique, comme le montrera la Partie III du présent ouvrage.

2.4.3 L'intégration de la chaîne logistique

Pour maîtriser la qualité de leur réponse à un marché, et pour réduire leur temps de réaction aux variations de la demande, un nombre croissant de firmes a su se doter d'un système de gestion logistique qui conduit à une véritable information de la production, idéalement en temps réel. Elle tend à réguler d'aval en amont une firme ou un système de valeur qui produit les biens qui ont déjà été vendu.

La logistique apparaît comme une fonction de gestion des interfaces entre la distribution physique des biens, leur production et l'approvisionnement des matières et composants à partir desquels ils sont produits. Elle est donc transversale aux fonctions traditionnelles de la firme. Elle opère le long de la "chaîne logistique". Cette dernière regroupe, selon une logique précise de circulation, les opérations commerciales de distribution, de production, d'approvisionnement, de maintenance, de transport, de stockage et de manutention. La logistique s'étend donc du marché final situé à l'aval de l'entreprise, jusqu'aux fournisseurs des composants primaires, situés en amont.

Les marchandises en circulation font l'objet d'un codage (induisant l'usage intensif de codes barres) qui autorise leur suivi et leur pilotage en temps réel. On peut alors véritablement parler de "marchandises informées". En effet, chaque marchandise circulante émet des informations sur l'état de sa propre demande et sur les différents moments de sa circulation. En retour chaque information déclenche les opérations physiques de production, de transport, etc. en juste-à-temps. Le traçage des marchandises dans les ateliers -grâce au système de lecture optique des codes barres, puis à l'introduction de

ces données dans des ordinateurs- ouvre des perspectives remarquables pour la comptabilité analytique informatisée qui pourrait alors rechercher "la vérité des coûts" (WALDNER, 1990, p. 50).

Dès lors, plus la marchandise incorpore des informations à son propre sujet, plus les procédés censés la traiter seront fluides et continus. La logistique peut alors, si son système d'information et de pilotage remonte jusqu'aux ateliers, déclencher en temps réel, même à distance, le lancement de la fabrication de telle ou telle pièce, dans les quantités et les qualités réellement demandées et dans des conditions de coût tout à fait satisfaisantes. Elle apporte ainsi, théoriquement du moins, la souplesse économique qui manque aux équipements de production, dont la flexibilité n'est que technique.

Concrètement, la logistique intégrée fonde son efficacité sur l'assurance qualité des systèmes d'information et de communication qui se ramifient dans la firme et chez ses partenaires économiques. Selon le type de production et la taille des séries produites, au sein de la firme, ces systèmes peuvent se constituer des éléments suivants:

- ☐ intégration entre la GPAO et le contrôle de production,
- ☐ intégration entre la FAO et le contrôle de production,
- ☐ stocks automatisés avec engins filo-guidés.

Ces systèmes contribuent au bon fonctionnement d'une production en juste-à-temps au niveau interne. Lorsqu'ils relient entre elles différentes entreprises, d'autres éléments les complètent:

- ☐ les échanges de données électroniques (EDI),
- ☐ le partage en réseau d'applications de GPAO et/ou de CAO,
- ☐ le travail de groupe à distance, grâce aux applications de "groupware",
- ☐ le recours à Internet et aux futures inforoutes, afin de coordonner ou de piloter intégralement à distance et en temps réel toutes les phases d'un ou plusieurs processus clés de production.

Une description succincte de ces différents éléments figure dans le lexique. De nombreux détails techniques relatifs à ces

composantes informatiques très évoluées de CIM peuvent être trouvés dans des ouvrages de référence tels que celui de Scheer (1991), par exemple.

Il est intéressant de préciser quelques effets relatifs à la généralisation possible de ces systèmes d'intégration de processus de production entre firmes. Paché et Paraponaris (1993) estiment que les technologies modernes de partage de l'information agissent comme un réducteur de l'incertitude en lieu et place des stocks d'en-cours et de produits finis, compte tenu des variations imprévisibles de demande que subissent les systèmes de production multiformes. Il est envisageable de s'appuyer sur un traitement automatique des données pour planifier en temps réel l'ordonnancement des tâches de chaque partenaire. Réagissant ainsi de manière continue aux aléas de l'environnement de marché, grâce à la maîtrise des délais de réaction, les systèmes de valeur fonctionnant en réseau deviennent de véritables "systèmes de production interactifs". De plus, les échanges de papiers, mobilisant des surplus de personnel et souffrant par ailleurs de mises en forme trop hétérogènes et de nombreux aléas postaux, seraient fortement réduits. Waldner (1990, p. 151) écrit à propos des avantages de EDI: "Il est inutile de rappeler que les documents de papiers inhibent les flux de production, demandent souvent des traitements redondants, sont à la source de nombreuses erreurs et affectent profondément les coûts indirects".

Bien qu'existant pour un certain nombre de cas concrets, la généralisation de ces systèmes est-elle encore du domaine de l'utopie? On répondra par l'affirmative, car en pratique, les problèmes de standardisation des technologies de partage de l'information demeurent conséquents. Malgré des efforts de normalisation à l'échelle mondiale, tous les systèmes ne sont pas encore compatibles entre eux et, lorsqu'ils le sont, le contenu sémantique des échanges reste limité (Horlück, 1993). Un autre argument prédisant des résistances face à cette révolution informationnelle est avancé par Scheer (1991) et surtout Teng et al. (1994). Selon ces auteurs, il faut voir dans le partage de l'information entre entreprises un fantastique outil de "Reengineering" qui suppose, outre la refonte de processus de travail, la réduction de postes de travail et la redistribution des tâches entre partenaires industriels, une atteinte profonde à un tabou de l'ère taylorienne: l'autonomie de la firme individuelle dans la conduite des affaires. En effet, accepter de partager des processus de production

par voie électronique, c'est entre autres se plier à une coordination de groupe et à des objectifs collectifs, c'est risquer de perdre la maîtrise de décisions auparavant du ressort de l'entreprise et c'est agir avec la crainte que certains partenaires profitent de la transparence électronique pour accéder à des données normalement confidentielles.

Malgré les obstacles techniques, économiques et psychologiques que rencontrent aujourd'hui ces systèmes, il y a tout de même fort à parier qu'ils préfigurent le système de gestion et transactionnel des entreprises de demain.

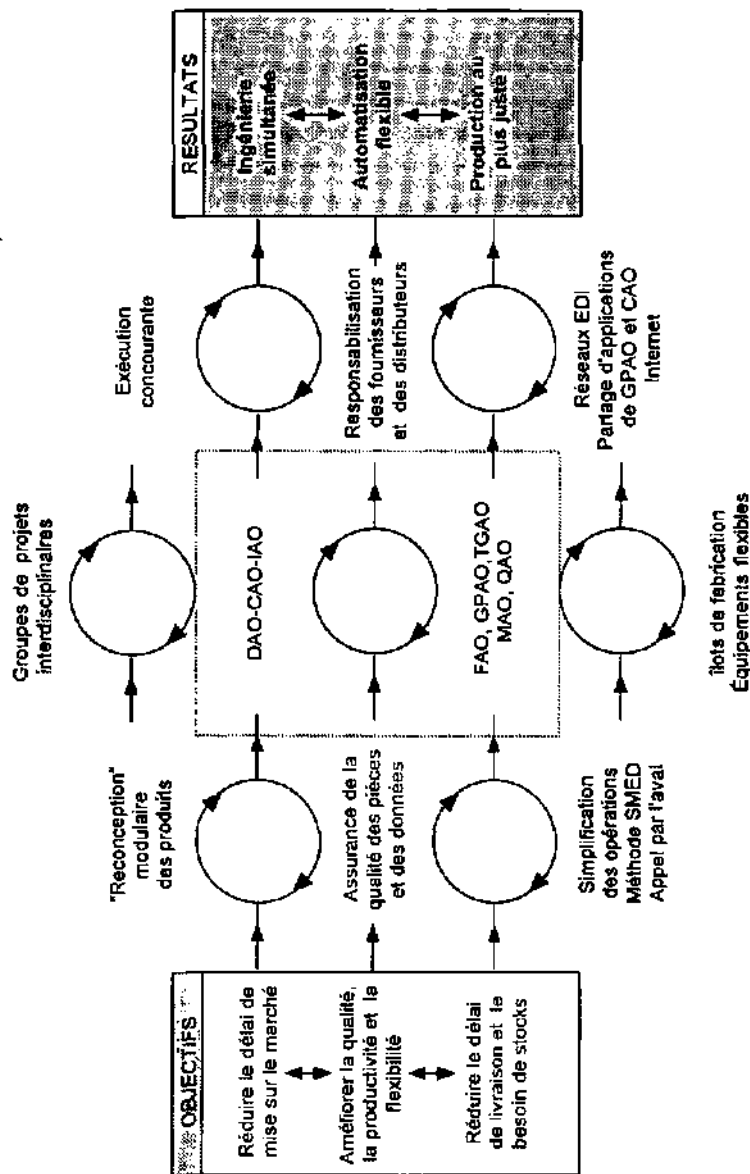
2.5 L'entreprise intégrée: une réalité multiforme

L'intégration des processus clés de production est une réalité multiformes. Il n'existe pas un modèle d'entreprise CIM unique qui soit supérieur aux autres. Chaque entreprise développe un modèle en cohérence avec ses ressources et son environnement de production (marché, concurrence, système de valeur, contexte institutionnel et historique industriel).

Ainsi, certaines firmes privilégient une forme d'intégration ciblée sur l'un ou l'autre des processus clés de production, d'autres tentent de réussir l'intégration totale. Il n'y a donc pas de démarche universelle susceptible d'aboutir à CIM, mais plutôt une multitude de chemins possibles, comme le suggère la figure 2.2. Ce schéma indique que CIM débute par une réflexion sur la capacité de l'entreprise à satisfaire les trois objectifs fondamentaux de la production décrits dans le rectangle de gauche dénommé "objectifs". Le rectangle de droite représente les résultats visés par les chemins d'intégration possibles. La zone en pointillé, au centre du schéma, met en évidence les composantes informatiques "dures" de CIM. L'approche technocratique de CIM se concentre sur cette zone, en y incluant les équipements flexibles.

L'idée de la figure 2.2 est justement de montrer le caractère partiel de l'approche technocratique, car la composante informatique, bien que centrale, ne suffit pas à intégrer des processus clés de production. Pour y parvenir, elle doit s'insérer dans une démarche plus large qui lui associe des éléments économiques, organisationnels et sociaux très complémentaires.

Figure 2.2: les chemins possibles de l'intégration technique et organisationnelle de la production



Cette évaluation initiale conduit, normalement, la firme à opter pour une série de mesures relativement complémentaires visant toutes l'intégration de l'un ou l'autre des trois processus clés de production. Prenons un exemple concret. Une entreprise soumise à une forte concurrence par le biais de l'innovation de produits tentera avant tout de parvenir à une forme d'ingénierie simultanée. Pour ce faire, elle pourra commencer par "modulariser" la conception de ses produits et les organiser en familles distinctes s'adressant à des segments de marchés clairement définis et non pas à une nuée de désirs individuels des clients. Elle cherchera ensuite à tirer profit de l'intégration des informations entre la CAO, la FAO, la TGAO et la GPAO. Cette rationalisation "par l'information" servira les intérêts d'équipes interdisciplinaires, sur lesquelles pourra s'appuyer ultérieurement une organisation matricielle plus sophistiquée et capable de travailler de façon concourante. Arrivée à ce stade, l'entreprise aura accompli la démarche de l'ingénierie simultanée ou en sera proche.

Il va de soi que la figure 2.2 ne dessine aucun chemin d'intégration a priori qui soit incontournable. Chaque entreprise construit sa démarche CIM en fonction de ses objectifs, mais aussi de ses ressources, car celles-ci peuvent bloquer temporairement des choix (une firme qui vient d'investir une grande somme dans des logiciels de GPAO ne pourra pas investir, à court ou moyen terme, dans d'autres mesures qui seraient peut-être nécessaires) ou, au contraire, accélérer le processus d'innovation (une organisation fondée sur l'autonomie opérationnelle et la participation du personnel transitera plus vite vers le juste-à-temps, par exemple). La figure 2.2 doit donc être vue comme une sorte de panorama de CIM dans les années nonante et non comme un schéma normatif où tout serait disposé comme des rails de chemin de fer.

Néanmoins, il est évident que toutes les composantes présentées dans ce quatrième chapitre n'ont pas le même impact économique, ni le même risque financier. Béranger (1987) estime que l'entreprise doit tenir compte du rapport entre l'effort humain et financier à fournir et le temps de mise en place des composantes de CIM. Les responsables du programme d'action CIM en Suisse défendent un point de vue similaire, comme l'indique un article récent publié par le centre directeur de Fribourg (CCSO)(BOURRIER, 1995).

En définitive, l'entreprise intégrée est celle qui parvient à se doter de toutes les composantes de CIM qui améliorent son efficacité interne, mais aussi et de plus en plus qui lui procurent la capacité à travailler de façon performante avec des partenaires industriels, dont elle saura mobiliser les compétences et obtenir l'efficacité maximale (ses fournisseurs et distributeurs) ou à qui elle sera en mesure de fournir la prestation attendue (ses clients). Cette observation simple résume, en fait, bien la philosophie de CIM: l'intégration de la production n'est pas une fin en soi. Il s'agit plutôt d'un ensemble de questions auxquelles la stratégie d'entreprise peut donner suite ou non, mais face auxquelles elle ne devrait en aucun cas se dérober. Le danger n'est pas dans l'acceptation ou le refus de CIM. Il est dans l'étroitesse d'esprit qui consiste à en réfuter l'idée, sans même la confronter au contexte dans lequel l'entreprise industrielle achète, produit et vend.

C'est précisément parce que la configuration particulière de CIM pour chaque entreprise dépend de son contexte de production que la Partie II de cet ouvrage examine en profondeur les mécanismes contextuels de l'innovation.

PARTIE II

**Les mécanismes
contextuels du
changement
technologique**

3

L'approche contextuelle du changement technologique

"Le processus de diffusion [technologique] est, de par sa nature même, fortement influencé par les circonstances dans lesquelles il s'inscrit."

Carlsson et Jacobsson, (1993, p. 80)

Comme toutes les technologies, CIM n'a de véritable signification économique que lorsqu'elle parvient à intéresser les acteurs susceptibles de la mettre en œuvre et de l'utiliser. Dans une perspective de type économique, la question centrale par rapport à CIM concerne donc sa diffusion, en particulier dans le monde industriel, où elle est née et où elle trouve ses applications les plus larges et les plus abouties (SCHEER, 1990).

La diffusion de CIM constitue un cas particulier d'un phénomène plus large: le changement technologique. Par conséquent, c'est dans le cadre analytique du changement technologique que se situe le thème central du présent ouvrage.

Le changement technologique a déjà fait l'objet de nombreuses contributions scientifiques théoriques et empiriques. Plusieurs disciplines se complètent ou se contredisent dans son observation et dans sa formalisation. Ces disciplines proviennent à la fois des sciences techniques et des sciences humaines. Compte tenu de l'étendue et de la complexité des approches pouvant être retenues afin d'analyser le changement technologique, il est nécessaire de choisir l'une d'entre elles comme base théorique. Ces fondements théoriques permettent la constitution d'un ensemble d'hypothèses de recherche qui orientent la recherche empirique.

Concernant le processus de diffusion des technologies de production flexible dans les entreprises, certaines études empiriques récentes¹ ont mis en évidence un ensemble de facteurs dont l'influence s'avère déterminante:

- ☐ la technologie de production existante,
- ☐ les systèmes d'information existants,
- ☐ les techniques de gestion de la production,
- ☐ l'organisation des activités de production dans l'entreprise,
- ☐ la gestion des ressources humaines,
- ☐ *les contraintes de marchés,*
- ☐ *le positionnement stratégique,*
- ☐ *le cycle de vie des produits et leur processus de développement,*
- ☐ *l'organisation des activités de production entre entreprises,*
- ☐ *les relations entre utilisateurs et fournisseurs de technologie,*
- ☐ *les relations entre partenaires de production,*

Les cinq premiers facteurs d'influence sont de nature interne aux activités des firmes. En revanche, les six autres facteurs d'influence, mis en évidence en italique, sont propres au **contexte industriel de marchés et de production** des entreprises. Ce sont ces derniers qui constituent l'objet d'analyse du présent ouvrage. Notre recherche vise à montrer dans quelle mesure les variables contextuelles permettent d'expliquer les choix technologiques des entreprises en matière de CIM.

Ce troisième chapitre a donc pour objectif de préciser les fondements de l'approche contextuelle du changement technologique. A cet effet, il délimite tout d'abord le champ d'analyse de cette dernière. Ensuite, il en situe les fondements théoriques.

¹ Voir OCDE 1989 et 1993, Gertler (1993) et Suarez (1995).

3.1 Champ d'analyse de l'approche contextuelle de l'innovation technologique

En vertu de ses propriétés de base, CIM exige des changements profonds qui ne s'opèrent pas sans heurts. En effet, pour devenir opérationnelle, l'intégration des processus de production nécessite une remise en cause de plusieurs facteurs clés sur lesquels l'entreprise fonde ses activités. Ces facteurs sont de nature différente: technique, économique, organisationnelle et sociale. De plus, ils trouvent leur origine tant à l'intérieur de l'entreprise qu'en dehors de celle-ci.

Les facteurs contextuels du changement technologique relèvent de l'environnement de l'entreprise. Ils ne représentent qu'une partie des facteurs conditionnant l'adoption de nouvelles technologies par les firmes. La grille suivante positionne les facteurs contextuels selon leur nature et leur origine:

Tableau 3.1: positionnement des facteurs contextuels

Type de facteur	Origine	
	Interne	Externe
Economique		X
Organisationnel		X
Technique		X
Social		X
Historique		X

Ces facteurs ont trait à différentes dimensions de l'environnement industriel des entreprises:

- ☐ l'environnement de marchés de l'entreprise, lorsqu'il est question de la demande et de la concurrence,

- ❑ l'environnement de production de l'entreprise, lorsqu'il s'agit des fournisseurs et des distributeurs, de même que de la structure de la filière de production et de l'organisation des activités entre firmes.
- ❑ l'environnement technique de l'entreprise, lorsqu'on se réfère aux fabricants de technologie, aux institutions de R&D et aux centres de transfert de technologie,
- ❑ l'environnement socioprofessionnel de l'entreprise lorsqu'on considère les associations professionnelles, les syndicats, les conventions collectives de travail, la déontologie professionnelle, le climat d'affaires, les traditions industrielles ou encore la culture professionnelle.

La dimension interne de l'entreprise est totalement exclue de notre analyse. Ce choix peut légitimement surprendre, dans la mesure où il est admis par la théorie économique que les aspects internes de l'entreprise, en particulier les facteurs humains, organisationnels et financiers, jouent un rôle prépondérant dans l'adoption de nouvelles technologies. Concernant CIM, la recherche scientifique a même largement démontré que la mise en place de composantes d'intégration ne donne pas les résultats escomptés si les craintes, les besoins et les motivations des employés ne sont pas correctement interprétés et pris en compte par les responsables du changement².

Par exemple, un nouveau système informatique totalement intégré peut être techniquement irréprochable et fonctionner à merveille au yeux de ceux qui l'ont commandé. Pourtant, il coûte cher et ne rapporte rien si ses principaux utilisateurs sont convaincus de ses défauts plutôt que de ses qualités, de ses inconvénients au quotidien plutôt que de ses avantages à terme. Les dirigeants de nombreuses sociétés ont expérimenté la force de la résistance sociale dans la mise en place d'une nouveauté technique et/ou organisationnelle qui menace de bouleverser les habitudes de travail et les structures de pouvoir. La nouveauté désécurise les employés par son incertitude et par la perte de maîtrise qu'elle introduit de manière temporaire dans

² A ce sujet, les travaux de Brödner (1993), de Ebel (1990) et de Ulich (1982) sont particulièrement éclairants.

leur travail. Elle dérange aussi le confort et les privilèges injustifiés de certains responsables dont l'incompétence risque d'être mise à jour par les nouvelles exigences de travail. Enfin, elle rend inutile certaines opérations et, donc, pousse à la rationalisation de postes, ce qui soulève l'opposition des titulaires de ces mêmes postes.

Dès lors, pourquoi se concentrer sur l'influence des facteurs contextuels, alors que la sociologie industrielle et l'économie du changement technique expliquent avant tout l'adoption de CIM à l'aide de variables internes à la firme? Pourquoi s'intéresser aux pressions des marchés et à l'organisation des activités entre firmes, plutôt qu'à l'organisation du travail, aux qualifications du personnel et au mode de rémunération des employés? Plusieurs raisons expliquent cette option de recherche.

Tout d'abord, les objectifs qui président à la décision de mettre en oeuvre des moyens d'intégration de la production nous incitent à penser que les facteurs contextuels jouent un rôle important dans les choix des entreprises en la matière. L'OCDE (1993) a procédé à une vaste enquête au niveau international pour connaître, entre autres, les objectifs des firmes qui s'intéressent à l'intégration de la production. Ces objectifs découlent de pressions de la demande et de la concurrence, en termes de prix, de délai, de volume et de variété, et d'une volonté d'amélioration des relations au sein de l'environnement de production:

- ☐ offrir davantage de variété de pièces sans faire exploser les coûts,
- ☐ réduire le délai de mise sur le marché de nouveaux modèles,
- ☐ réduire les coûts et les délais de fabrication et de montage,
- ☐ améliorer la qualité des pièces,
- ☐ améliorer la coordination des échanges entre clients et fournisseurs.

Ensuite, c'est précisément parce que la recherche scientifique a déjà largement exploré, et continue d'explorer, les aspects internes du changement technologique que nous avons choisi d'orienter notre étude dans la direction des facteurs relatifs à l'environnement technique, socioprofessionnel, de marché et de production des

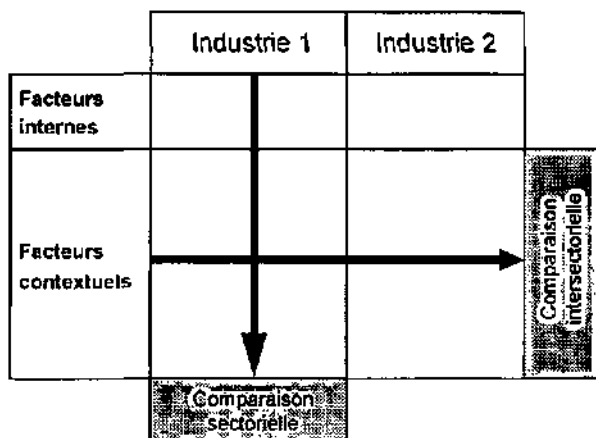
entreprises. Nous espérons ainsi mettre en lumière des éléments méconnus ou insuffisamment pris en compte à l'heure actuelle concernant la diffusion de CIM dans le monde industriel. La théorie économique s'est surtout attachée à mettre en évidence les mécanismes économiques et sociaux sous-jacents à la mise en place de la technologie. Elle a moins examiné les mécanismes se trouvant à la base des choix technologiques des entreprises. La littérature consacrée à la diffusion de CIM n'échappe pas à ce constat. En s'intéressant aux facteurs d'influence du marché, de l'environnement technique, socioprofessionnel, de production et du milieu industriel des firmes, l'approche contextuelle devrait donc nous permettre de mieux comprendre ce qui incite les entreprises à adopter ou à rejeter telle ou telle composante de CIM.

Enfin, l'approche contextuelle examine des contextes d'entreprises, indépendamment des caractéristiques internes de celles-ci et de leur appartenance à un secteur d'activités ou à un espace géographique donné. Elle opère donc des comparaisons intersectorielles, et non pas individuelles ou sectorielles, comme le font de nombreuses études dédiées au changement technologique. De cette manière, elle cherche à expliquer pourquoi des firmes qui, en apparence, n'ont rien en commun possèdent pourtant un profil technologique similaire. La figure 3.1 illustre le caractère intersectoriel de l'approche contextuelle.

3.2 Fondements théoriques de l'approche contextuelle du changement technologique

Pendant les cinquante dernières années, la théorie de l'innovation industrielle est passée d'une description simple de l'entrepreneur comme élément innovant dans une entreprise isolée à une définition englobant un vaste ensemble d'éléments compris dans l'environnement des entreprises (NIO SI et al., 1993).

Figure 3.1: positionnement des facteurs contextuels



La compréhension de l'innovation s'est éloignée ainsi progressivement de l'individu pour s'intéresser aux organisations et aux institutions³.

Du point de vue de la théorie économique, l'hypothèse de l'influence contextuelle en matière d'innovation a déjà fait l'objet de plusieurs recherches dans les disciplines de l'Economie industrielle et de l'Economie régionale.

L'économie industrielle, a souligné le rôle de la demande et du marché grâce à Schmookler (1966). Le rôle des organisations de R&D et de la science a ensuite été mis en lumière par Mowery et

³ La notion d'institution ne fait malheureusement pas l'objet d'une définition unanimement reconnue par les chercheurs. Elle est, parfois, claire et accessible, lorsqu'elle se réfère à l'infrastructure scientifique (laboratoires universitaires, centres de R&D, etc.), socioprofessionnelle (associations de branches, syndicats, etc.) et politique (agence gouvernementale pour la technologie, par exemple) liée aux activités économiques (CARLSSON et JACOBSSON, 1993). C'est cette définition que l'on retiendra dans cet ouvrage. Mais, elle peut aussi devenir tout à fait impalpable lorsqu'elle concerne des éléments aussi abstraits que les "contraintes de la société" (ABDELKAMI et al., 1992).

Rosenberg (1979), après que Von Hippel (1976) ait insisté sur les interactions entre les firmes dans le processus d'innovation technologique. Gille (1978) a, quant à lui, mis en relief la nature systémique de l'innovation, grâce à son concept de "système technique". Le rôle de l'infrastructure scientifique de type public a été souligné par Nelson (1982) et par Freeman (1987).

L'économie régionale s'est préoccupée du rôle que peut jouer l'espace dans le processus d'innovation technologique. Aydelot (1986), puis Maillat, Quévit et Senn (1993) ont démontré que, si les ingrédients élémentaires de l'innovation sont transnationaux, leur combinaison reste enracinée dans un contexte territorial -le milieu- pouvant être plus ou moins propice à la concrétisation de projets nouveaux.

Dés lors, l'identification des variables contextuelles censées jouer un rôle déterminant dans l'adoption de CIM repose sur la prise en compte de trois courants théoriques distincts, issus du champ de l'Economie industrielle et de celui de l'Economie régionale. Ils feront chacun l'objet d'une présentation détaillée dans les chapitres 4,5 et 6 du présent ouvrage. Il s'agit des courants théoriques suivants:

- les systèmes sociotechniques, qui établissent une corrélation entre le degré d'évolution de CIM dans l'entreprise et l'environnement de production et de marchés de celle-ci (Chapitre 4). Précisons que cette approche théorique propose également une analyse approfondie des mécanismes sociaux de l'appropriation technologique à l'intérieur des entreprises. Toutefois, cet aspect de la diffusion de la technologie n'entre pas dans l'analyse de l'influence des facteurs contextuels, tels que nous les avons définis.
- les systèmes d'innovation technologique, qui mettent en lumière le rôle joué dans le développement technologique par les réseaux de coopération institués au sein des systèmes de création de valeur, de même qu'entre les utilisateurs de technologie et les fournisseurs de cette dernière (Chapitre 5),
- l'approche des milieux innovateurs qui, grâce à l'examen de comportements d'agents économiques dans un territoire donné, permet de comprendre pourquoi une industrie se convertit ou non à une technologie donnée et comment elle

parvient ou non à en assurer le développement (Chapitre 6). Cette approche part du constat que, malgré la globalisation des marchés, la production de biens reste souvent localisée dans des régions hautement spécialisées⁴. De ce fait, elle postule que la création et la diffusion de technologie est liée à des mécanismes régionaux de coopération et d'institutionnalisation de pratiques innovantes. En ce sens, elle apporte un complément analytique précieux à l'approche des systèmes d'innovation technologique.

Chacune de ces trois approches représente, en soi, une optique particulière d'analyse de CIM. Mais, compte tenu de leurs apports et de leurs limites respectifs, elles se complètent bien. Aussi, bien que dissociées dans cet ouvrage, pour des questions de présentation, ces trois approches du changement technologique n'en forment qu'une seule au moment de l'analyse empirique.

⁴ Il s'agit, par exemple, de la Silicon Valley, pour l'électronique de pointe, de Vigevano (I), pour la chaussure de mode ou de l'Arc jurassien, pour les microtechniques. Certains appellent ces régions "districts industriels", d'autres "districts technologiques" ou "systèmes industriels locaux". Pour davantage de détails à ce sujet, se référer à Siviero (1994), Benko et Lipiez (1992) ou encore Pecqueur (1991).

4

Les systèmes sociotechniques

"Les solutions technologiques adoptées risquent d'être décevantes si elles sont le résultat d'une transposition pure et simple de réalisations conçues en fonction d'un autre type d'environnement industriel"

C. Altersohn, 1992, p. 183

La recherche technique "dure" est indispensable à l'évolution technologique. Toutefois, contrairement à une idée longtemps répandue, d'autres formes de recherches, principalement en sociologie et en économie, apportent une contribution fondamentale à la compréhension de l'innovation. Elles mettent en évidence les mécanismes par lesquels une nouvelle technologie se constitue, puis se met en place auprès des utilisateurs. Elles montrent que l'innovation n'est pas une démarche mécaniste, mais un processus incertain, jalonné de résistances et de négociations entre inventeurs et vendeurs, entre producteurs et utilisateurs. C'est un processus qui transforme une technologie standard, conçue dans les laboratoires, en une multitude d'options complexes, adaptées à des exigences spécifiques. Ce faisant, les sciences sociales montrent qu'il existe un grand pas à franchir pour qu'une invention devienne une innovation, tout en suggérant des mesures susceptibles de faciliter ce pas.

L'approche des systèmes sociotechniques (SST)¹ se situe justement à la croisée de plusieurs sciences sociales. Elle se réfère à

¹ Il existe, en fait, une double appellation, selon la provenance géographique des auteurs : "The Social Shaping of Technology", soit la construction sociale de la technologie pour les européens ; "The analysis of Socio-Technical Systems" -ou analyse des systèmes

un ensemble de facteurs économiques, culturels, organisationnels et politiques qui déterminent la forme, le contenu et la mise en place d'une technologie. Cette approche accorde une place importante aux **facteurs contextuels** dans son analyse de l'innovation technologique. L'idée du présent chapitre consiste donc à présenter la base théorique de l'approche SST, puis de montrer comment elle explique l'adoption de CIM par les entreprises au sein d'une industrie.

4.1 Base théorique de l'approche SST et critique du déterminisme technique

Dierkes et Hoffmann (1992) établissent un inventaire très complet des approches scientifiques de type SST, consacrées aux mécanismes sociaux à la base de l'innovation technologique. Celles-ci sont issues de quatre courants de recherche scientifique. Il s'agit tout d'abord de la *Sociologie de la Connaissance Scientifique*, représentée par Pinch et Bijker (1984), Latour (1983 et 1986) puis, plus récemment, Woolgar (1991) ou Pickering, (1992). Le second pilier du SST se constitue de la *Sociologie des Organisations Industrielles*, notamment basée sur les travaux de Noble (1979), Wilkinson (1983) ou encore Webster (1990). Enfin, les études sur la *Politique Technologique* et, surtout, l'*Economie du Changement Technique*, chère à Dosi (1982), Nelson et Winter (1977 et 1982) ou Saviotti et Metcalfe (1991) représentent les deux autres creusets scientifiques du SST. Une présentation détaillée des différentes sources du SST figure dans Edge et Williams (1992, p. 4-14)

L'approche "SST" remet en cause le déterminisme technologique², de même que les modèles linéaires de l'innovation³.

sociotechniques- pour les américains. Cette seconde appellation paraissent à peine plus accessible au profane que la première, elle fait ici référence.

2 En quelques mots, le déterminisme technologique équivaut à considérer le développement d'une technologie donnée comme le résultat inéluctable et prévisible d'un logique unique - qu'elle soit de nature technique, économique ou sociale - selon un processus linéaire au sein duquel les choix et les itérations ne figurent pas.

3 A titre de rappel, les modèles linéaires de l'innovation considèrent cette dernière comme le résultat d'une séquence d'opérations irréversibles, connues et agencées dès l'origine d'un projet innovateur. Parmi d'autres, KLINE et ROSENBERG (1986) ont largement démontré qu'une telle conception du processus d'innovation est erronée.

qui ont prévalu - et prévalent encore parfois - dans l'analyse du changement technique. Elle conteste également avec vigueur le caractère séquentiel et indifférencié de l'innovation dans le temps et dans l'espace, de même qu'elles réfutent la vision selon laquelle l'innovation technologique n'a aucune racine sociale, tout au plus des impacts sociaux dont il faut s'accommoder après-coup. De plus, elle poursuit une démarche de mise en évidence des choix inhérents à la conception et à la mise en place de nouvelles technologies.

Les systèmes sociotechniques montrent que la technologie ne se construit pas partout de manière homogène, selon une logique déterministe définie par les seules contraintes techniques. Elle se développe, au contraire, selon plusieurs voies qui finissent par être fort différentes les unes des autres, au gré des conditions sociales rencontrées çà et là.

Dans le cas particulier de CIM, les premières tentatives d'implantation de cette technologie dans les firmes ont échoué parce qu'elles reflétaient les ambitions techniques des ingénieurs qui les ont conçues plutôt que les besoins réels quotidiens des utilisateurs (CLARK, 1994). A l'inverse, les expériences danoises et suédoises montrent que la prise en compte de l'avis du personnel dès la conception d'un nouveau procédé de production facilitait notablement l'utilisation de ce dernier par la suite (KOCH, 1994). Un apport important du courant SST à ce jour est justement d'avoir montré que l'innovation technique et organisationnelle réussit lorsqu'elle s'accompagne d'une innovation sociale allant dans le même sens. Pour que le changement technique devienne source de rentabilité, les hommes doivent le comprendre, y participer et soutenir sa mise en oeuvre.

Certains auteurs ont également montré que CIM était fortement dépendant de facteurs peu rationnels, profondément ancrés dans les mentalités nationales et dans l'histoire industrielle. Clark (1994) compare l'évolution différenciée de CIM en Angleterre, aux Etats-Unis et en Australie. L'originalité de son analyse consiste à montrer que, dans ces trois pays, CIM a suivi le même chemin de

développement que d'autres nouveautés incorporant une forte composante organisationnelle. Cet auteur établit ainsi un lien tout à fait étonnant entre l'évolution des règles de jeu du football⁴ et l'évolution des modèles CIM propres à ces trois pays.

Les facteurs sociaux situés à l'intérieur des organisations jouent un rôle crucial dans la diffusion de CIM dans les entreprises industrielles et l'approche SST traite cet aspect en détail. Mais nous ne prendrons pas en compte les facteurs sociaux internes dans le présent chapitre, étant donné notre choix d'analyser uniquement les facteurs contextuels de la diffusion de CIM.

Après avoir présenté l'origine théorique de l'approche des systèmes sociotechniques, examinons son orientation de recherche quant à l'adoption de CIM par les entreprises.

4.2 Les degrés d'intégration des entreprises en fonction du contexte industriel

Bien que CIM constitue une innovation de nature technologique, sa portée est stratégique. En effet, l'entreprise intègre ses processus de production, non pas dans le but final de franchir un cap technologique, mais bien pour ouvrir, consolider ou reprendre une position de marché. CIM est une réponse stratégique, parce qu'elle suppose la remise en cause des fondements de l'entreprise, à savoir ses produits, ses techniques, ses méthodes de production et, surtout, ses hommes.

Se convertir à CIM exige une réflexion initiale quant aux produits à vendre et quant à la manière de les réaliser. En général, CIM marque une rupture profonde de la stratégie de l'entreprise: on ne veut plus faire la même chose qu'avant, ni avec les moyens d'avant. Les perspectives de marchés (exigences, volume de la demande, étendue géographique, etc.) et les caractéristiques de la concurrence (potentiel productif, intensité, etc.) posent donc le

⁴ Les football anglais, américain et australien sont effectivement très différents les uns des autres, qu'il s'agisse du nombre de joueurs, de l'organisation sur le terrain, des buts à atteindre, des règles de conduite ou encore de la hiérarchie au sein des équipes.

premier jalon contextuel de la démarche CIM. Ainsi, l'entreprise Reuge S.A.⁵, pionnier en matière de CIM, s'est décidée à réorganiser, puis à automatiser la fabrication de ses mouvements de boîtes à musique dans le but avoué d'investir un créneau de marché inoccupé par la concurrence: le haut du bas de gamme. De l'avis même de ses dirigeants, il s'agissait là de la seule opportunité durable pour Reuge S.A. La stratégie CIM de cette firme n'a donc pas été guidée de façon prioritaire par des considérations d'ordre interne -telle opération coûte trop cher, par exemple- mais bien par des impératifs de marchés.

La forme prise par CIM dans une entreprise dépend également beaucoup des relations que cette dernière entretient avec ses fournisseurs, ses distributeurs et avec ses clients. A l'heure actuelle, bon nombre de sous-traitants se voient contraints par leurs gros clients d'adopter des démarches de certification de qualité (ISO 9000, par exemple) pour conserver des commandes. D'autres sont même priés d'adapter leurs systèmes informatiques, leur parc de machines ou leur organisation de travail, de façon à être en phase avec les clients dont ils dépendent le plus. Selon Altersohn (1992), les modalités de travail et d'échange entre firmes sont déterminantes pour l'émergence ou non des nouvelles technologies. Cet auteur explique que les entreprises qui ont réussi leur développement technologique ces dernières années sont celles qui ont su établir avec leurs fournisseurs des relations de partenariat fondées sur la durabilité, sur la réciprocité et sur la confiance. A l'inverse, les entreprises qui ont maintenu des rapports de sous-traitance classiques, gouvernés par l'instabilité et le coupereet du prix, ont eu du mal à concilier souplesse et productivité dans leurs activités⁶. Il est rejoint dans son analyse par Dyer et Ouchi (1993), de même que par Nishigouchi (1993) qui ont examiné en profondeur les modalités et les impacts des relations entre firmes dans les systèmes de production industrielle au Japon.

Shani et al. (1993) explicitent les liens possibles entre le degré d'intégration de la production dans l'entreprise et le

⁵ Voir Roulet (1993).

⁶ En expert des questions industrielles, Altersohn (1992) ne généralise, toutefois, pas le partenariat et ses bienfaits à tous les cas de figure. Il précise bien que, dans le cas d'une production très standardisée, les rapports classiques de sous-traitance demeurent fréquents et, sans doute, même plus efficaces que toute autre solution.

contexte de production de cette dernière. Ces auteurs développent une méthode d'analyse du changement technologique extrêmement intéressante, précisément baptisée "Socio-Technical Systems analysis". Celle-ci subdivise l'entreprise en trois ensembles de variables contextuelles différents. Selon Shani et al. (1993), ces ensembles de variables sont les sous-systèmes sociotechniques qui influencent l'adoption de CIM par les firmes. Ceux-ci sont d'ordre social, technique et environnemental.

Le sous-système social, constitué du personnel, recourt à des outils, des techniques et des connaissances -le sous-système technique- afin de produire un bien ou un service qui s'insère dans une chaîne de création de valeur -le sous-système environnemental- composé des marchés (demande et concurrence), des distributeurs et des fournisseurs.

L'élément crucial étant que le succès de l'entreprise dépend du degré de compatibilité entre ces trois sous-systèmes, il devient évident que tout changement opéré dans l'un ou l'autre des sous-systèmes doit satisfaire aux objectifs et aux contraintes posées par ses "homologues". Ainsi, lorsqu'une innovation est apportée dans les procédés de production, celle-ci doit permettre à l'entreprise d'améliorer ses performances vis-à-vis de ses clients, tout en restant cohérente avec la mission globale que la firme entend assumer.

Shani et al. (1993) montrent, par exemple, que certaines firmes américaines se sont fourvoyées avec la robotique, pour avoir investi dans des équipements dont la rentabilisation les condamnait à fabriquer autrement de nouveaux produits pour lesquels elles n'étaient pas concurrentielles.

De même, la compatibilité entre possibilités technologiques, d'une part, et qualifications et rémunérations, d'autre part, doit être assurée, sous peine d'imposer un outil de travail dont les gens ne savent ou ne veulent rien faire.

A partir de cette méthode, Shani et al. (1993) ont donc exploré une partie de l'industrie américaine, afin de voir dans quelle mesure le niveau d'intégration technologique des entreprises correspond à différents états contextuels, déterminés par plusieurs variables représentatives de l'environnement technique, de marchés et

de production. Pour ce faire, ces auteurs distinguent quatre niveaux d'intégration technologique de la production:

- ❑ Niveau 1: la technologie non intégrée, qui se rapporte à des équipements déconnectés les uns des autres et à une organisation de production très cloisonnée, où chaque unité fonctionne selon un minimum de coordination avec d'autres unités,
- ❑ Niveau 2: les îlots d'intégration, qui regroupent chacun un ensemble d'équipements interconnectés (machines à CNC, ordinateurs, etc.), selon les principes de la technologie de groupe. Au stade le plus avancé, un îlot peut constituer un système de production flexible (ou FMS, abrégé en anglais),
- ❑ Niveau 3: l'intégration partielle des processus de production qui se base sur l'intégration des flux de pièces et de données dans toute l'entreprise, avec prolongement possible vers l'extérieur, chez quelques fournisseurs, distributeurs ou clients⁷,
- ❑ Niveau 4: l'intégration complète des processus de production, avec un prolongement systématique chez tous les partenaires de production, via des réseaux de télécommunication et des applications informatiques partagées⁸.

Chacun de ces niveaux d'intégration technologique correspond à un état d'équilibre entre l'intégration technique et l'intégration organisationnelle réalisées par une firme à un moment donné.

⁷ Ce niveau technologique résulte en général d'une démarche de transformation que les américains dénomment "Internal Business Process Reengineering/Redesign"

⁸ Il s'agit là de la forme la plus évoluée de CIM, qui est connue aux États-Unis sous le nom de "Business Network Redesign", lorsque la firme recourt à la technologie pour coordonner ses activités avec celles de ses partenaires de directs production. Lorsque la firme utilise la technologie pour accéder temporairement à des compétences, sans vouloir créer d'alliances durables avec quiconque, on parle de "Business Scope Redefinition" ou même de firme virtuelle (VENKATRAMAN, 1994).

La distinction opérée entre niveaux technologique n'a aucun sens péjoratif, car chaque niveau comporte une cohérence par rapport à un ensemble de conditions -le contexte de production- et donc une raison d'être.

De plus, il est très important de préciser qu'un niveau technologique donné ne s'applique pas nécessairement à l'ensemble de l'entreprise, mais peut très bien ne concerner qu'un processus particulier ou une production spécifique⁹. En effet, il n'est pas rare que des entreprises combinent plusieurs niveaux technologiques, parce qu'une partie de la production se fait sur des bases standards (fabrication de composants modulaires, par exemple), alors que le reste, notamment l'assemblage, s'effectue en fonction des désirs du client.

Certes, avec la spécialisation des entreprises, la segmentation technologique est plus apparente au niveau des filières de production et des systèmes de valeur -entre les firmes- qu'au niveau de la firme individuelle. Néanmoins, cette segmentation est visible dans des entreprises qui fabriquent et assemblent tout ou partie des produits finis, comme les manufactures horlogères ou les entreprises de machine-outil.

Le tableau 4.1 adapté de Shani et al. (1993, p.: 95-96), met en relation ces quatre niveaux d'intégration technologique avec des variables contextuelles liées à l'environnement stratégique, technique, de marché et de production des firmes. Il montre l'influence contextuelle sur le choix des composantes de CIM et, par conséquent, sur le choix du niveau d'intégration technologique.

⁹ Cette situation complique d'ailleurs l'établissement de typologies d'entreprises lors d'analyses empiriques, car l'attribution systématique d'un seul et unique niveau technologique par entreprise pourrait constituer une simplification abusive.

Tableau 4.1: analyse comparative des facteurs contextuels agissant sur CIM dans l'entreprise

Variables d'analyse	Niveau 1 Technologie non intégrée	Niveau 2 Îlots d'intégration	Niveau 3 Intégration partielle	Niveau 4 Intégration complète
Contexte stratégique et technique				
<i>Type d'innovation</i>	Changement technique ponctuel	Modification partielle des procédés de production	Remise en cause des procédés de production	Remise en cause conjointe des produits et des procédés
<i>Démarche stratégique</i>	Modernisation	Transformation interne	Reconception de la chaîne de valeur	Reconception du rôle de l'entreprise
Contexte de marché				
<i>Etat des marchés</i>	Stables et prévisibles	Stables, avec incertitude de volume	Instables, avec incertitude de variété	Turbulents, complexes et imprévisibles
<i>Type de séries</i>	Grandes Stables	Moyennes ou petites Stables	Moyennes Changeantes	Petites Changeantes
<i>Flexibilité requise</i>	Flexibilité numérique	Adaptabilité	Versatilité	Altérabilité Convertibilité
Contexte de production				
<i>Mode de production</i>	Production sur stocks	Production à la commande	Production modulaire	Production en temps réel
<i>Besoin de coordination des activités</i>	Très faible	Faible	Fort	Très fort
<i>Relations avec fournisseurs et distributeurs</i>	Relation de marché	Sous-traitance Coopération ponctuelle	Coopération durable avec partenaires stables	Coopération temporaire avec partenaires variables

Source: adapté de Shani et al. (1993)

La lecture en colonnes du tableau 4.1 indique à quel contexte productif correspond globalement chaque niveau de développement technologique. Toutefois, cette vision statique peut être complétée par une lecture en lignes qui révèle la dynamique du processus de transformation industrielle. Ainsi, lorsqu'une entreprise passe d'un niveau d'intégration technologique à un autre, le changement contextuel qui suscite ce passage devient explicite dès lors que l'on compare l'état des variables d'analyse pour chacun des niveaux technologiques. Par exemple, lorsqu'une firme passe du niveau 1 au niveau 2, on retrouve, à la base de choix, une évolution des marchés, qui demandent davantage de différenciation des produits, de même qu'un changement du mode de production, qui rendent la constitution de stocks moins tolérable. De plus, cette transition technologique reflète aussi l'évolution du besoin grandissant de coordination des activités entre les entreprises.

4.2.1 Contexte stratégique

Il convient de remarquer l'écart qui sépare les niveaux 1 et 2 des niveaux 3 et 4. Les premiers sont typiques d'une situation où l'entreprise cherche à mieux maîtriser une situation stable qui lui est déjà propice et ne sent pas le besoin de se remettre en cause. Les seconds caractérisent des entreprises dont la situation stratégique a changé récemment ou est en train de changer, souvent parce que la demande et la concurrence évoluent beaucoup.

Le niveau 1 engage l'entreprise dans des changements techniques ponctuels, en général bien maîtrisés à l'interne, qui n'exige que l'achat et l'adaptation éventuelle d'équipements standards. Ces changements ponctuels s'inscrivent dans une stratégie de modernisation qui n'a qu'un impact limité et localisé sur l'entreprise, car elle ne touche ni à la stratégie de produits, ni à l'organisation générale de la production.

Le niveau 2 va au-delà de la modernisation simple, puisqu'il introduit déjà un changement social nécessitant une redéfinition des tâches de chacun, de façon à assumer le fonctionnement collectif d'un flot, et non plus le fonctionnement individuel du poste de travail.

Les niveaux 3 et 4, en revanche, procèdent d'une remise en cause conjointe des procédés et des produits, pour deux raisons. Au niveau 3, l'entreprise cherche à améliorer ses performances en repensant sa chaîne de valeur, c'est-à-dire en révisant le contenu et l'organisation de ses activités et, surtout, en améliorant les liens entre celles-ci. Or, cette démarche oblige souvent l'entreprise à simplifier la conception de ses produits, de façon à permettre une production modulaire et à minimiser les contraintes des opérations d'usinage, et d'assemblage et à favoriser l'autocontrôle. Au niveau 4, la situation très instable du marché pousse l'entreprise à reconcevoir totalement ses produits, de façon à pouvoir leur incorporer facilement des éléments confiés à des spécialistes extérieurs et à les rendre très modulaires, aptes à être manufacturés et assemblés en un temps record. Dans ces deux cas de figure, le changement a une portée à la fois technique, sociale et organisationnelle, dans la mesure où l'intégration des processus de production rend certaines tâches inutiles, ou en modifie singulièrement le contenu, et crée de nouveaux besoins. Dans le cas extrême d'un changement complet des produits de l'entreprise, la plupart des activités sont alors touchées. Le rôle de la firme évolue radicalement et des métiers traditionnels disparaissent au profit de nouveaux, ce qui peut provoquer un choc important pour la culture d'entreprise.

4.2.2 Contexte de marché

Chaque niveau d'intégration correspond à une situation bien précise, allant de la stabilité des produits standardisés à la turbulence et l'imprévisibilité de la production personnalisée. A cet égard, il s'agit de préciser les différentes notions figurant dans le tableau 4.1 et qui caractérisent les variables "propriétés de produits", "flexibilité requise" et "type de production".

La notion de "turbulence de marchés" caractérise une situation dans laquelle l'entreprise voit ses produits et services constamment remis en question, en raison d'un climat scientifique et technique en évolution permanente et d'une concurrence extrêmement vive et diversifiée sur tous les marchés mondiaux¹⁰. Le marché de

¹⁰ Pine et al. (1993) proposent un tableau de critères multiples permettant d'identifier les marchés "turbulents".

l'informatique, par exemple, est turbulent, dans la mesure où les capacités de mémoires et les logiciels, s'entraînant mutuellement, n'en finissent pas de progresser, alors que l'existence de très nombreux producteurs de composants électroniques et d'ordinateurs génère une guerre des prix qui rend difficile, voire même aléatoire, la rentabilisation des investissements productifs. En ce sens, la turbulence crée une incertitude dont les probabilités ne peuvent être mesurées, à la différence de l'instabilité dont les variantes possibles sont connues (COHENDET et al., 1986).

La flexibilité de production requise par le marché n'est pas la même pour tous les niveaux d'intégration technologique. Dans les trois premiers cas, la firme cherche une flexibilité dite "statique"¹¹. Au niveau 1, il s'agit essentiellement de faire jouer la "flexibilité numérique", c'est-à-dire d'avoir en permanence un effectif de main-d'oeuvre -souvent peu qualifiée et interchangeable- adapté aux volumes à produire. A noter que, dans ce cas, l'équipement de production peut être très spécialisé, puisqu'il n'est censé répondre à aucune modification majeure de la demande. Au niveau 2, en revanche, l'entreprise doit faire preuve "d'adaptabilité" humaine et technique, pour répondre à des variations volumiques de la demande qui sont temporaires et réversibles¹². Au niveau 3, la firme doit être capable de changer rapidement de produits à l'intérieur d'une gamme, pour réagir à une modification de la composition de la demande¹³. Elle doit donc être "versatile".

Au niveau 4, la firme doit faire face à un environnement où les situations possibles ne sont plus du tout "probabilisables". La flexibilité devient alors "dynamique", car fondée sur une cible mouvante, sur des produits dont les fonctions et les propriétés ne sont

¹¹ Selon Cohendet et al. (1986), la flexibilité statique relève de l'existence, à un moment donné, d'un ensemble plus ou moins vaste d'opportunités. Elle est une réponse à une qualité particulière de l'environnement: les situations risquées, c'est-à-dire les situations où la variabilité de l'environnement est parfaitement appréhendée par une distribution de probabilités.

¹² Le risque de surcapacités de production étant ici non négligeable, le personnel et l'équipement doivent comporter au moins une polyvalence minimale, de façon à pouvoir effectuer des opérations non routinières lorsque la demande est faible.

¹³ Le changement d'outil et la mise en train des machines, par exemple, font partie des modifications à apporter à un équipement pour assurer la versatilité de la production. La technique de changement rapide d'outil SMED s'inscrit totalement dans ce contexte.

pas stabilisées¹⁴. Pour survivre, la firme doit combiner deux qualités: la "convertibilité", qui lui permet de concevoir et produire rapidement de nouveaux produits, tout en utilisant l'équipement existant; "l'altérabilité", qui lui permet d'adapter son équipement au volume de la demande pour les nouveaux produits. Ces conditions drastiques étant bien souvent impossibles à satisfaire pour la firme individuelle¹⁵.

4.2.3 Contexte de production

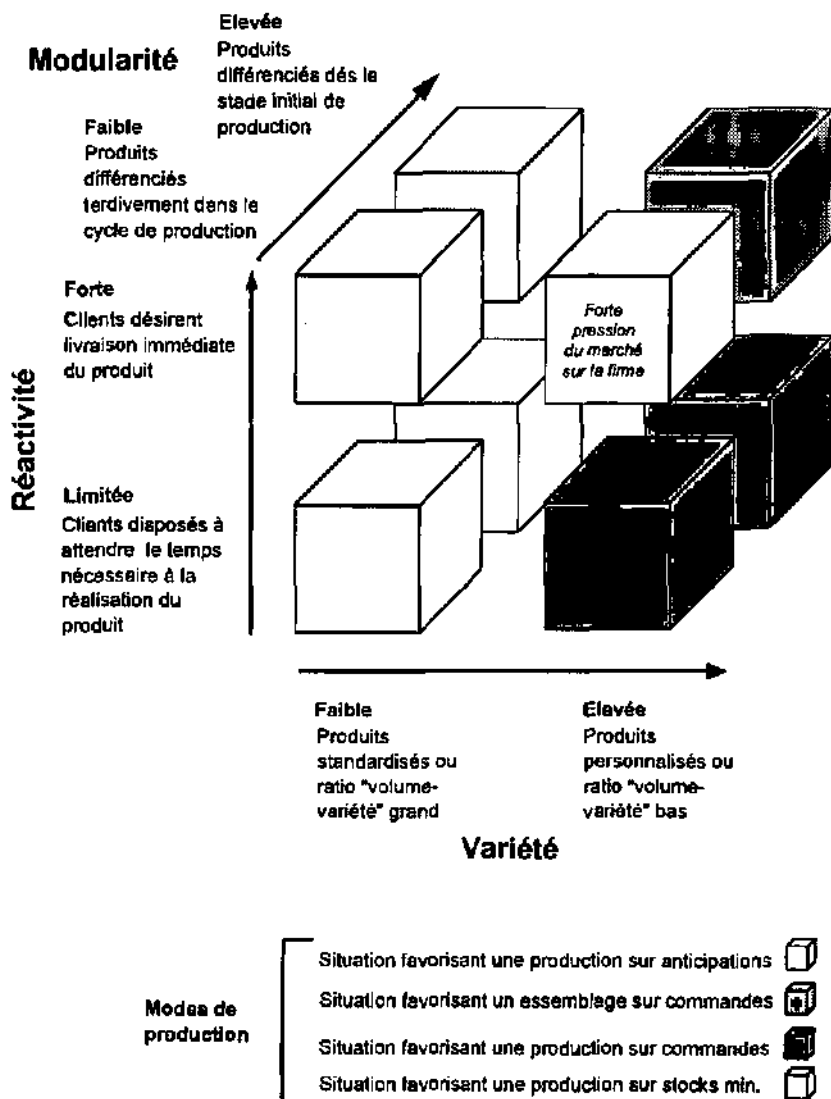
Concernant le mode de production des entreprises, McCutcheon et al. (1994) distinguent quatre cas possibles, en partant des contraintes de marché des entreprises: la production sur stocks, la production à la commande, la production modulaire et la production en temps réel, comme l'illustre la figure 4.1. Ces cas sont déterminés par trois critères: la modularité, la réactivité et la variété de la production.

La figure 4.1 se divise en deux grandes zones: la production standardisée (représentée par les quatre cubes de gauche) et la production différenciée (représentée par les quatre cubes de droite). La différenciation s'oppose à la standardisation, dans la mesure où un produit fini donné, fabriqué à partir d'une base unique, comporte des attributs différents selon les goûts de tel ou tel segment de marché. Les voitures, les montres, les habits ou les meubles, assez standardisés jusqu'à la fin des années septante, sont aujourd'hui des produits très différenciés. McCutcheon et al. (1994) proposent un ratio pratique pour mesurer le degré de différenciation d'un produit: le rapport entre volume et variété de production. Plus ce ratio est élevé, plus un produit est standardisé, plus il est faible, plus le produit en question est différencié. Au stade de différenciation extrême, un produit est même

¹⁴ Un appareil mobile de saisie de données est une cible mouvante, car, de la machine à calculer jusqu'au "Newton" de Apple -minuscule ordinateur portable saisissant des données manuscrites- en passant par le lecteur optique de codes barres "BarMan", l'évolution des fonctions et propriétés de ce type de produits est énorme. La montre mécanique, en revanche, est la contre-exemple type des produits mouvants, elle qui connaît ses fonctions depuis des lustres, même si ses propriétés esthétiques et techniques ont changé avec le temps.

¹⁵ Lorsque l'incertitude des marchés est très élevée, la rentabilisation des investissements devient aléatoire et le personnel n'a pas le temps de s'habituer aux procédés de production. Ce manque d'opportunités de rentabilisation et d'apprentissage au niveau interne oblige la firme à s'adresser au coup par coup à des spécialistes externes. Elle doit ainsi mobiliser des "compétences virtuelles", qu'elle ne possède pas, mais dont sa survie dépend.

Figure 4.1: contraintes de marché



"personnalisé". Ce ratio a le mérite de rompre avec l'idée reçue selon laquelle les petits volumes de production sont forcément personnalisés et les grands automatiquement standardisés.

Toutefois, il existe plusieurs manières de différencier un produit, en fonction de la "modularité" de la production, c'est-à-dire en fonction de l'aptitude de cette dernière à fournir des produits finis variés en combinant des composants normalisés. Selon McCutcheon et al. (1994), la différenciation est "précoce" lorsqu'elle intervient lors des premières opérations de production et que la plupart des composants du produit fini varient d'un modèle à l'autre et doivent être réalisés ou adaptés conformément à une demande spécifique. Les montres mécaniques de très haut de gamme uniques ou produites à quelques exemplaires appartiennent à cette catégorie, car la plupart de leurs pièces constitutives (mouvements, boîtes, aiguilles, etc.) sont des exécutions exclusives ou des pièces standards fortement modifiées. En revanche, la différenciation est "tardive" lorsqu'elle peut s'opérer lors des dernières opérations de production -en principe lors du terminage ou de l'assemblage- et qu'une majorité des composants du produit fini sont identiques d'un modèle à l'autre pour une même famille de produits. Pour rester dans le domaine horloger, les montres mécaniques produites en séries et le Swatch symbolise ce genre de production, au même titre que les habits Benetton¹⁶, les voitures BMW ou les ordinateurs Apple, par exemple.

Par conséquent, la production sur stocks correspond à une situation où la firme peut constituer des stocks avec le double avantage de combler des creux de production et de constituer une réserve qui réduira le délai de livraison lorsque la demande sera trop forte. Cette situation est possible pour la réalisation de composants "passe-partout", mais devient rare pour la fabrication complète de produits finis.

Lorsque le produit doit être différencié, trois cas de figure apparaissent. La production à la commande, tout d'abord, convient aux firmes qui vendent des produits sans équivalents directs et dont les clients n'attachent pas d'importance au délai. Si un client veut une voiture de sport Bugatti, il ne veut ni une Ferrari, ni une Mercedes. Pour

¹⁶ Voir Jarillo (1993).

l'avoir, il met donc le prix fort et attend patiemment -en général quelques années- que les "orfèvres automobiles" italiens aient achevé sa merveille, exemplaire unique ou de série confidentielle.

Si le client se montre moins patient et que la concurrence offre des produits de substitution, l'entreprise doit alors trouver le moyen d'accélérer ses délais de livraison, en fabriquant en masse et sur stocks des composants standards qu'elle assemble ensuite au gré des commandes. On parle alors de **production modulaire**. Ainsi, le client obtient un produit relativement personnalisé, sans subir les inconvénients de la production artisanale. Une grande partie de la production horlogère de moyen et haut de gamme s'effectue selon cette logique.

Enfin, lorsque l'entreprise ne peut pas produire des biens à partir de composants modulaires, mais que la concurrence reste forte et offre de sérieuses alternatives, elle doit donc se résoudre à anticiper la demande, parfois en risquant de fabriquer à l'avance des éléments spécifiques que le client n'achètera peut-être pas. Relever un tel défi s'apparente à pouvoir produire en "temps réel". McCutcheon et al. (1994) citent l'exemple des fabricants américains de machine-outil qui commencent certaines machines bien avant la commande ferme, de façon à pouvoir devancer la concurrence japonaise. C'est justement dans ces conditions drastiques et hautement risquées que l'intégration complète de la production se justifie pleinement et rapidement, de sorte à améliorer les flux d'informations en provenance des marchés, à réduire au maximum les délais de conception et de fabrication et à coordonner au mieux les diverses étapes productives au sein du système de valeur, surtout si celui-ci est très morcelé.

Les relations entre l'entreprise et ses principaux **partenaires de production** influencent considérablement le choix et la mise en place de technologies intégrées. Plus l'entreprise et ses partenaires sont interdépendants, plus leur action doit être coordonnée et plus l'intégration technologique apparaît nécessaire, surtout si les partenaires sont éloignés géographiquement et/ou si les projets productifs de la firme sont nombreux et changeants. Les systèmes de production très fragmentés en de multiples firmes spécialisées sont donc des cibles idéales pour l'intégration de la production. Toutefois, si le besoin d'intégration est fort pour ces firmes, leur intégration effective les unes avec les autres ne va pas de soi. Tout dépend du mode de

coordination qui régit leurs activités, comme le souligne Jarillo (1993). Lorsque les firmes forment un réseau stratégique, piloté par une firme dominante et dans lequel tout le monde participe à la création d'un seul et même type de produit final, l'intégration de la production est favorisée par un climat de coopération. Lorsqu'il s'agit simplement d'échanges passant par le marché, l'intégration de la production est rendue beaucoup plus difficile, en raison de la non convergence des intérêts des firmes.

Au niveau 1, les entreprises font partie de systèmes de valeur verticalisés, car pilotés par le "haut" de la filière, par de grandes entreprises qui conservent la haute main sur les opérations principales de la réalisation des produits finis. Les relations se limitent donc à des transactions commerciales et le besoin de coordination entre firmes est faible, restreint à la fixation d'un prix et d'un délai. Cette pauvreté relationnelle ne justifie pas une quelconque forme d'intégration de la production. D'ailleurs, il existe encore beaucoup de toutes petites entreprises, notamment dans le domaine de la mécanique traditionnelle, qui ont le téléphone pour seul élément d'intégration technologique. La facturation se fait à la main ou à la machine à écrire et il serait impensable d'ouvrir une ligne EDI pour les gros clients, tant la gestion de l'entreprise se fait dans le désordre et selon la rationalité des intuitions journalières.

Au niveau 2, le besoin de coordination augmente quelque peu, dans la mesure où l'entreprise reçoit davantage de responsabilité de la part de ses clients, qui n'axent pas seulement leurs exigences sur le prix, mais comptent aussi sur elle pour assurer des livraisons conformes aux spécifications, fiables et de qualité. Toutefois, l'entreprise ne fait pas partie d'un système de production ou la responsabilité de conception et de planification est partagée. L'intégration technologique est donc uniquement recherchée à l'intérieur de l'entreprise, pour certaines opérations ou pour certains ateliers dont l'activité influence beaucoup les performances de production.

Au niveau 3, la responsabilité productive est partagée entre un nombre élevé, mais fini et relativement stable, de partenaires de production qui forment justement une "entreprise partagée". Julien (1994, p. 4) définit l'entreprise partagée comme "un réseau d'entreprises indépendantes coopérant durablement ensemble à partir

d'objectifs partagés en commun, de façon à s'appuyer sur la capacité d'innovation et le dynamisme de chaque firme partenaire en vue de mieux affronter la concurrence nationale et internationale". Compte tenu de ce genre de relations, le besoin de coordination entre firmes est donc grand et chacun a intérêt à se doter de moyens qui lui permettent de satisfaire à la mission qui lui est confiée dans le cadre du réseau de production. Altersohn (1992) estime que l'émergence du partenariat industriel vers l'entreprise partagée incite à l'intégration des procédés de production sur les plans de la maîtrise de la qualité, de la conception, de la fabrication et de la gestion de production assistées par ordinateur, ainsi que sur la mise en tension des flux de production (juste-à-temps).

Au niveau 4, la firme recourt systématiquement aux technologies informatiques et de télécommunication avancées pour "rapatrier" les compétences d'un nombre infini de partenaires, puisque ceux-ci peuvent changer constamment, en fonction des projets de la firme. Toutefois, ce cas de figure n'a été mis en évidence que dans quelques études consacrées au modèle de l'entreprise virtuelle¹⁷. Ce modèle de firme tire précisément son nom d'une capacité à trouver immédiatement, grâce aux technologies de l'information, des partenaires de production qui lui apportent les compétences nécessaires à la réalisation de projets qu'elle ne pourrait pas entreprendre toute seule.

Les variables contextuelles que nous venons de mettre en évidence par le biais de l'approche des systèmes sociotechniques vont être exploitées dans la partie empirique du présent ouvrage, lors de la constitution d'hypothèses de recherche. Considérons maintenant les variables contextuelles contenues dans l'approche des systèmes nationaux d'innovation.

¹⁷ Voir Dawidov et Malone (1992), Brandt (1995) et Sleber (1995).

5

Les systèmes d'innovation technologique

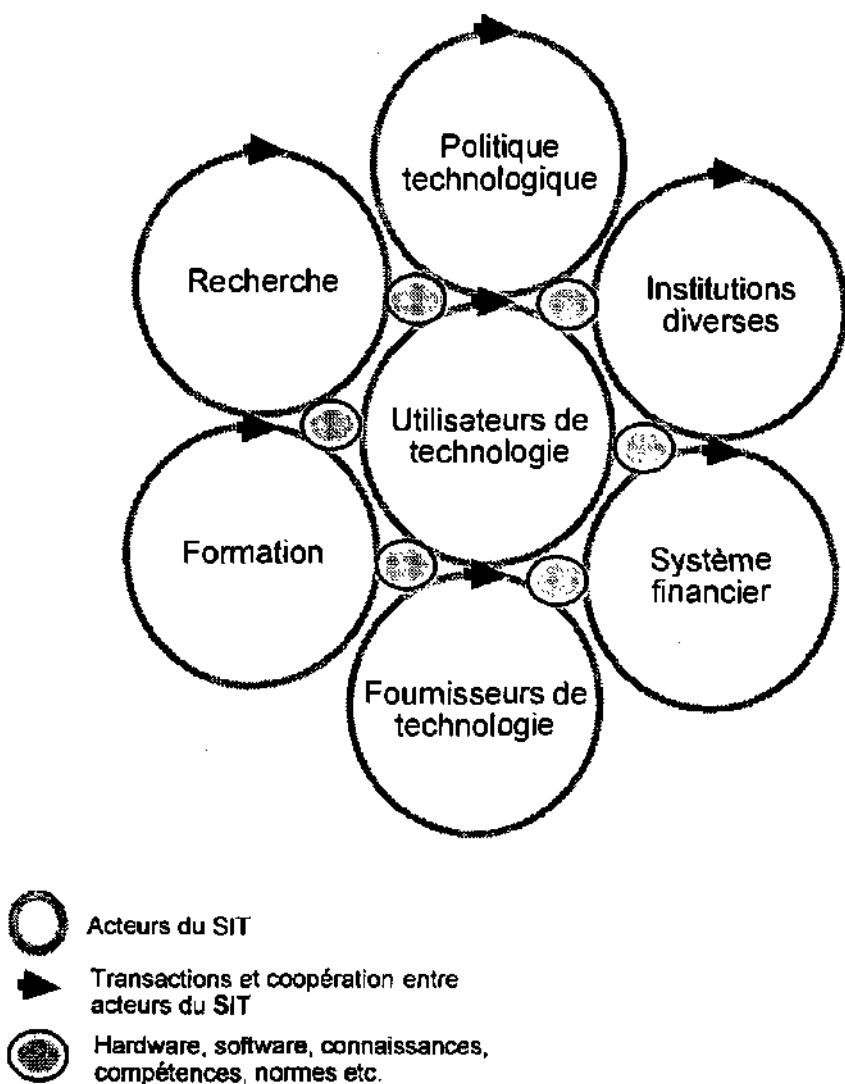
Il n'est pas nouveau d'observer des décalages entre nations, mais aussi entre régions et entre industries dans la création et la diffusion de nouvelles technologies. Toutefois, ce qui est récent, c'est le fait d'expliquer ces trajectoires technologiques divergentes en se référant à l'action des "systèmes d'innovation technologique" (SIT), au sein desquels des acteurs privés et publics interagissent en termes techniques, commerciaux, légaux, sociaux ou politiques, en visant le développement, la protection, le financement ou la régulation de nouvelles sciences et technologies.

Ce chapitre propose une définition du concept de SIT et précise quels sont les acteurs susceptibles de s'impliquer dans un SIT, quels types de relations peuvent s'y établir et quels effets celles-ci provoquent sur la création et la diffusion de CIM. Il se conclut sur le constat que les réseaux de coopération technologique représentent l'élément moteur des SIT et que, pour cette raison, il est indispensable de comprendre ce qui fait naître ces réseaux de coopération, ce qui les fait fonctionner et ce qui en dicte l'évolution.

5.1 Le concept de système d'innovation technologique

Le concept de système d'innovation technologique fait l'objet d'une description complète de la part de Carlsson et Jacobsson (1993), à propos du SIT suédois impliqué dans la transition de l'industrie vers des formes automatisées de production. L'exemple suédois montre qu'un SIT se compose d'acteurs, de ressources et de canaux relationnels, qui permettent les flux de ressources entre acteurs (Figure 5.1). Du côté des acteurs, on retrouve:

Figure 5.1: système d'innovation technologique (SIT)



Les systèmes d'innovation technologique

- ☐ les entreprises utilisatrices de technologie,
- ☐ les entreprises qui fournissent des biens et des prestations relatifs à la technologie,
- ☐ le système de financement de l'innovation,
- ☐ l'infrastructure de R&D, en relation avec les technologies "importées", grâce aux programmes scientifiques internationaux et aux activités transnationales des groupes industriels,
- ☐ le système éducatif et de formation continue,
- ☐ les services étatiques et para-étatiques de politique en matière d'industrie et de technologie, tels que le Ministère de l'industrie et du commerce (MITI) au Japon ou l'Office fédéral des questions conjoncturelles en Suisse,
- ☐ diverses institutions professionnelles, telles qu'associations patronales, chambres de commerce, syndicats, etc.

Du côté des ressources captées, créées, modifiées et diffusées dans un SIT, on peut inclure:

- ☐ les biens matériels (machines, par exemple) et immatériels (logiciels, par exemple) se rapportant à la technologie,
- ☐ les connaissances relatives à la technologie et à son exploitation,
- ☐ les compétences qui permettent aux acteurs des SIT de convertir des connaissances en technologie opérationnelles,
- ☐ les normes qui régissent la création et l'utilisation de la technologie (conventions dans le domaine nucléaire, normes EDIFACT, etc.),
- ☐ les ressources financières.

Enfin, du côté des canaux relationnels, on distingue:

- ☐ les transactions régies par des marchés,
- ☐ les interactions non marchandes de type coopération, que cette dernière soit basée sur des contrats ou non¹.

Ces canaux sont vitaux pour le fonctionnement des SIT. Dans le cas précis de CIM, Deiss et Hirsch-Kreisen (1993) montrent que la configuration particulière du marché national de la technologie (existence de fabricants de technologie avancée à proximité des utilisateurs, état et forme de la concurrence, réglementations, etc.) influence de manière capitale le développement de solutions technologiques adaptées à l'industrie nationale. Se basant sur l'exemple allemand, ces auteurs précisent que l'émergence précoce de systèmes de contrôle adaptés à la production en petites séries variables a été rendue possible par une saine concurrence entre fabricants, ainsi que par une collaboration intensive entre utilisateurs et producteurs.

Dans le même ordre d'idées, Gertler (1993) rappelle que la traversée du désert vécue par l'industrie de la machine-outil nord-américaine au cours des vingt dernières années a créé un vide sur le marché de la technologie domestique, ce qui a lourdement pesé sur la mise en place de CIM dans l'industrie nationale, condamnée à s'approvisionner en Europe et au Japon.

Comme le relèvent Clark (1994) et Koch (1994), lorsque la maîtrise technologique est éclatée en de nombreux acteurs - CIM en est l'exemple type - le moteur des SIT se trouve inévitablement dans la coopération reliant les entreprises utilisatrices de technologie à un ensemble de partenaires détenant soit les compétences technologiques requises par les entreprises (fabricants d'équipements, infrastructure de R&D et de formation, centres de transfert

¹ On peut légitimement se demander à quel moment et pour quelles raisons la coopération prend le relais du marché en matière de nouvelles technologies. Cette question sort quelque peu du cadre de la présente analyse, mais elle mérite une courte réponse. La coopération se justifie dès lors que le mécanisme des prix, qui règle le marché, ne suffit plus à réaliser certains échanges. Typiquement, le fabricant qui installe pour la première fois une nouvelle machine chez un client a beaucoup à apprendre lors de cette opération. Il a ensuite intérêt à suivre la comportement de sa machine chez son client, qui fait office de "cobaye", et à voir les problèmes qu'elle pose aux utilisateurs, afin de pouvoir corriger le tir pour des ventes ultérieures. Or, ces actions n'ont pas de prix, ni pour le client, ni pour le fabricant. Ils préfèrent donc collaborer, car chacun y trouve un avantage, l'un étant bien servi, l'autre améliorant son produit.

technologique, etc.), soit la capacité de négocier des attributs de la technologie au nom de groupes économiques ou sociaux distincts (associations professionnelles, syndicats, comités de normalisation, etc.). Par conséquent, l'analyse des SIT ne doit pas porter en priorité sur les ressources nationales ou sur les acteurs de l'innovation, mais bien sur les relations que ceux-ci entretiennent à des fins technologiques. Du coup, la question des réseaux de coopération à but technologique devient centrale pour expliquer la diffusion de CIM.

5.2 Réseaux de coopération et innovation technologique

La question des réseaux de coopération à but technologique s'inscrit dans l'analyse, plus vaste, des réseaux d'Innovation. Cette analyse, qui fait d'ailleurs l'objet d'une synthèse remarquable de Freeman (1991), n'est que partiellement reprise dans ce chapitre, puisque ce dernier ne traite pas de l'innovation en général, mais de l'apparition de nouvelles technologies de production.

Callon (1993) identifie à cet égard six types de réseaux de coopération censés contribuer à la construction et à la diffusion de la technologie. Ces réseaux relient:

- ☐ des firmes complémentaires du point de vue économique,
- ☐ des firmes concurrentes du point de vue économique,
- ☐ des firmes et des fournisseurs de technologie,
- ☐ des firmes et des institutions concernées par la technologie,
- ☐ des institutions concernées par la technologie,
- ☐ des utilisateurs de technologie et des pouvoirs publics.

Ce système de coopération trouve sa justification première dans l'accès à des compétences disséminées, dans l'apprentissage mutuel que réalisent les partenaires en présence ainsi que dans la négociation d'accords d'intérêt général que personne n'est légitimé à imposer à titre individuel. Illustrons ces points par des exemples concrets relatifs à CIM.

5.2.1 Coopération entre partenaires et/ou concurrents industriels

Il y a vingt ans, CIM aurait sans doute été une question purement interne posant des problèmes clairement circonscrits aux frontières juridiques des entreprises. A cette époque, les stades successifs d'un même processus étaient gérés par des entités uniques: le géant et monolithe industriel ou la P.M.E. isolée. Aujourd'hui, les problèmes les plus sérieux apparaissent dès que l'on ambitionne de sortir CIM de l'entreprise pour l'étendre aux fournisseurs et aux distributeurs. Qu'il s'agisse d'établir des équipes multidisciplinaires de conception, de la mise en place d'une production en juste-à-temps ou de réseaux d'échange de données électroniques (EDI), l'émergence de CIM à l'échelle de système de valeurs, voire même à l'échelle de filières de production, pose de sérieux problèmes de coordination. En effet, il s'agit non seulement de s'accorder sur des principes de travail et des normes, mais il faut aussi investir dans des technologies compatibles entre elles et, de surcroît, avancer tous au même rythme, afin d'éviter que la faiblesse d'éléments isolés ne limite les performances de l'ensemble.

Spécialiste des relations industrielles, Altersohn (1992) est très clair à ce sujet. Dès qu'ils dépassent le cadre de la firme individuelle, les efforts de transformation technologique et structurelle exigent une action concertée pour aboutir. En général, l'impulsion provient des grands donneurs d'ordres et des "leaders" de réseaux de production, qui cherchent à "contaminer" leurs partenaires en amont du système de valeur. Toutefois, le partenariat représente aussi une solide garantie pour les fournisseurs. L'exemple le plus net de partenariat industriel "forcé" par l'intégration de la production est celui du juste-à-temps, du principe de l'appel par l'aval en particulier². Ce système exige un respect absolu de la qualité et du délai des livraisons. Altersohn (1992, pp. 179-180) écrit:

² Ces notions sont définies dans le lexique en Annexes.

Encadré N°1: les exigences du système de l'appel par l'aval

"Cette exigence de qualité justifie à elle seule l'adoption de relations de coopération à long terme...Autre raison qui milite en faveur du développement de relations de partenariat: le nécessaire développement de la communication entre l'aval et l'amont, non seulement au niveau de l'information quasi quotidienne sur la nature et l'importance des quantités à livrer mais aussi au niveau des prévisions portant sur les variations possibles des besoins à satisfaire...Par ailleurs, le producteur situé en aval se trouve le plus souvent dans l'obligation de recourir à une seule source d'approvisionnement pour une ligne de fabrication déterminée. En contrepartie, le producteur d'amont se doit de mettre à disposition les équipements à utiliser sans aucune restriction mais avec tous les risques qui peuvent résulter d'un tel engagement. Le partenariat est le seul moyen de limiter ces risques pour un fournisseur indépendant." (ALTERSOHN, 1992, p. 179-180)

Dans ces conditions, les réseaux de coopération technologique -entre firmes complémentaires, mais aussi concurrentes (dans le cas des fournisseurs travaillant pour un même gros client)- n'apparaissent pas comme une voie possible dans la mise en place de CIM, mais plutôt comme une réalité inévitable. Les fournisseurs du géant industriel japonais Matsushita, par exemple - pourtant rivaux comme chiens et chats - n'ont pas eu d'autre choix que de se mettre tous d'accord pour implanter un système commun de gestion de production électronique en réseau compatible avec celui de Matsushita³. Cette entorse à l'autonomie individuelle, cette intrusion impensable dans les affaires "privées" des sociétés, était la seule manière d'éviter que Matsushita ne se serve chez des fournisseurs étrangers plus coopératifs. En prime, ces fournisseurs ont même découvert par la suite que ce système d'information collectif, dont personne ne voulait, mettait à ciel ouvert et portait à la connaissance de tous les manœuvres et les pressions que Matsushita tentait d'exercer discrètement sur chacun de façon bilatérale.

3 Voir Nishiguchi (1993).

Dans le même ordre d'idées, après avoir décidé de se partager l'information de production, un groupe de petits fabricants de micromécanique de la Forêt-Noire a d'ailleurs fait le même constat dans ses relations avec Siemens et Bosch (PYKE, 1992). Hélas, en dépit d'avantages évidents, le partage de l'information se heurte encore à la confidentialité maladroite d'une majorité de petits entrepreneurs qui aurait pourtant intérêt à faire cause commune.

5.2.2 Coopération entre utilisateurs et fournisseurs de composantes CIM

Dans le cas de CIM, la technologie repose sur des techniques complexes (machines, robots, ordinateurs, réseaux de communication et logiciels) qu'il s'agit, en plus, d'interconnecter, pour permettre des échanges de données en temps réel. A cela s'ajoute des procédés de production et de gestion, comme le juste-à-temps et l'assurance qualité, qu'on ne peut pas simplement superposer à la technique, sous peine de faire échouer les unes ou les autres, ou même les deux. Enfin, ces deux éléments réunis doivent remplacer des routines de travail et d'organisation souvent profondément enracinées dans la mentalité des firmes.

Chaque firme est, en soi, un cas particulier pour l'intégration de la production, à tel point qu'il n'existe pas de modèle CIM standard, mais seulement des éléments standardisés pour certaines de ses composantes techniques (logiciels et machines). Aussi, la technologie ne saurait-elle, dans ce cas, être achetée à un seul et unique fournisseur spécialisé. Dans chaque cas, CIM est imaginé et construit par différents fournisseurs, avec le concours du client utilisateur et, bien souvent, chez ce dernier, sur le terrain où les solutions standardisées devront être adaptées pour faire leur preuve.

La personnalisation d'applications informatiques de gestion et de production s'impose dans une majorité de cas, pour des questions évidentes de "paramétrage" et d'ergonomie d'utilisation dérivées des propriétés des produits, des procédés et de l'organisation du travail de

la firme cliente. Toutefois, même pour des applications de type standard n'exigeant pas de personnalisation, la coopération entre utilisateurs et fournisseurs devient incontournable⁴.

Plus la complexité de l'équipement à mettre en place est grande, plus des contacts face-à-face sur le site d'implantation s'avèrent nécessaires. L'achat d'un centre d'usinage, par exemple, dépasse largement la transaction de marché ponctuelle et s'insère dans un processus d'interaction durable entre le fabricant de machines et son client.

Le fabricant doit, tout d'abord, s'imprégner des besoins réels de son client. Bien souvent, il aide même ce dernier à les formuler avec précision. Puis, il s'agit pour le fournisseur d'équipement de voir dans quelle mesure les exigences de son client peuvent être satisfaites à partir de solutions existantes et jusqu'à quel point une personnalisation est nécessaire. Là aussi, un dialogue franc entre les deux parties contribue à dégager une solution qui limite les frais d'adaptation de l'équipement au cas particulier. Une fois réalisée, la machine doit être installée et testée pendant un certain temps. Pour que le résultat du test soit admis et validé de part et d'autre, des obligations doivent être respectées. Le fabricant ne doit pas dépêcher des représentants qui apparaissent furtivement entre deux repas d'affaires, mais des techniciens qui suivent et observent le travail de l'utilisateur.

Le client doit, quant à lui, s'assurer de la compétence et de la bienveillance de l'employé commis au test de la machine. Différentes séries de pièces contraignantes doivent également éprouver l'équipement installé. Le fabricant doit veiller à transmettre des indications d'exploitation et de maintenance explicite, souvent par le biais de cours de formation et de manuels. Enfin, des mises au point et des réparations jalonnent le suivi de la machine vendue. L'encadré

⁴ Ainsi, Microsoft — leader du logiciel informatique — ne s'est pas contenté de l'émulation de 300 de ses ingénieurs pour façonner le programme "Windows 95". Il a jugé indispensable de donner en pâture un prototype de son logiciel à des milliers d'utilisateurs, de l'amateur au professionnel, du moins expert au plus exigeant, et ce dans le monde entier. Cet exercice a permis d'identifier et de corriger la plupart des erreurs — ou "bugs" — qui auraient normalement résulté de l'utilisation de "Windows 95" dans des millions de cas.

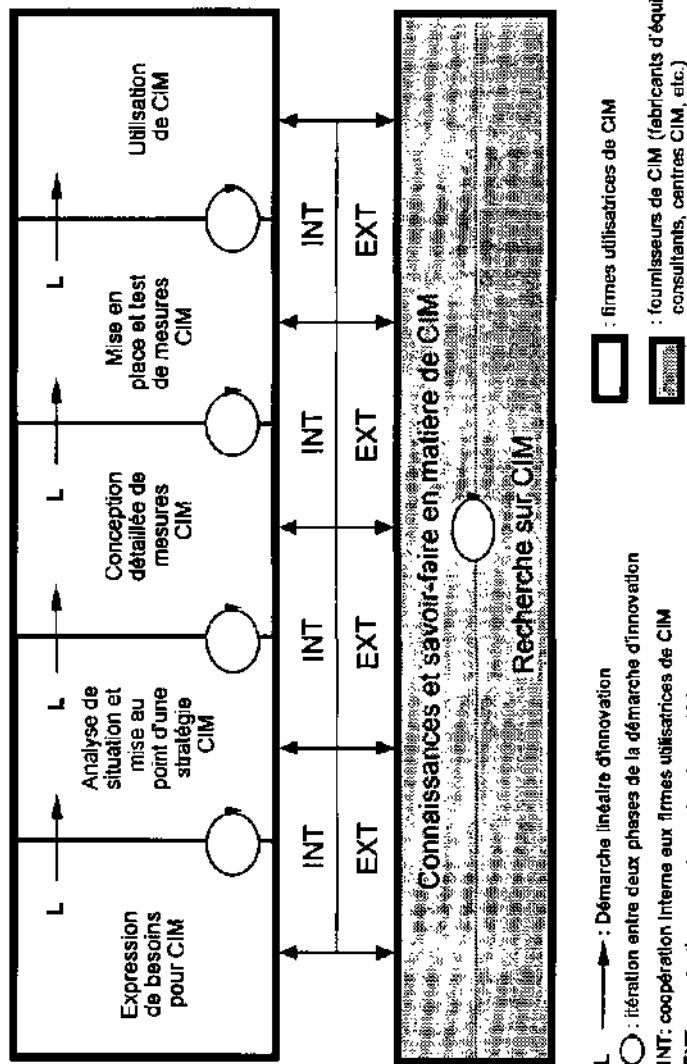
suivant présente un cas de coopération entre utilisateurs et fournisseurs de CIM:

Ce processus de coopération prend beaucoup de temps et ne peut être ni planifié ni valorisé avec exactitude au moment de signer le contrat. Il comporte des incertitudes et repose sur un apprentissage mutuel. Ces deux derniers éléments justifient la coopération non marchande entre utilisateurs et fournisseurs de technologie. Les premiers y voient un moyen d'adapter la technologie au plus près de leurs besoins, alors que les seconds affinent leurs produits et leurs savoir-faire au fur et à mesure des expériences effectuées. Chaque partie y trouve ainsi un bénéfice, sans pour autant être en mesure de le chiffrer a priori. L'alliance entre General Motors (GM) - fabricant de voitures et énorme utilisateur d'équipement industriel - et la firme américaine EDS - une société très connue dans le monde en matière d'applications informatiques pour l'industrie - montre bien que la coopération technologique est d'un grand intérêt réciproque. General Motors a pu développer des logiciels "sur mesure" qui sont ensuite devenus des références (MAP, par exemple), alors que EDS a utilisé tout le savoir-faire industriel de GM pour perfectionner sans cesse ses logiciels de CAO, FAO, GFAO etc.

5.2.3 Coopération entre industriels et institutions à vocation technologique

Avec CIM, il convient d'aller au-delà de la coopération ponctuelle et bilatérale. Comme l'indique la figure 5.2, la concrétisation d'un projet d'intégration de la production nécessite un accès à des compétences disséminées et la constitution d'une équipe de projet CIM qui soit à même de réaliser le projet dans son ensemble. En l'occurrence, il s'agit de rassembler des consultants, des ingénieurs et des psychologues du travail et de les intégrer à des équipes de projet internes à l'entreprise. En pratique, cet exercice est plus difficile qu'il n'y paraît, car le marché, encore très jeune, des compétences en matière de CIM n'est pas du tout transparent. Parfois, les firmes craignent même ce marché, en raison de déceptions et d'échecs passés, comme c'est le cas avec l'informatique industrielle. Aussi, la coopération avec des agences de transfert technologique - en principe neutres et mieux informées des forces et des faiblesses des partenaires potentiels - devrait-elle fournir une issue valable pour la firme qui cherche à regrouper une équipe de projets CIM performante

Figure 5.2: démarche d'innovation dans le cas de CIM



(BEATTY, 1992). Néanmoins, en pratique, ce type de coopération n'est pas encore très développé, en Suisse en tous cas, car les entreprises ont des préjugés dissuasifs envers ces agences. Certains industriels estiment, à tort ou à raison, qu'elles sont noyautées par des vendeurs de technologie et qu'elles ne proposent pas de solutions pratiques. D'autres ne voient pas d'un bon oeil les prestations de ces "consultants subventionnés" qui ne dépendent pas du marché pour survivre.

La coopération permet un apprentissage mutuel lorsque des firmes débattent de leurs expériences technologiques ou lorsqu'une entreprise s'adresse à un centre de transfert technologique et tire profit des expériences et des connaissances accumulées par ce centre, alors que celui-ci capitalise, grâce à cette même entreprise cliente, une expérience supplémentaire qui enrichit ses compétences. Carlsson et Jacobsson (1993) expliquent comment trois instituts suédois⁵ ont largement contribué à l'essor de l'automatisation de la production dans l'industrie nationale. Ces organismes publics et privés bénéficient d'une représentation au sein de nombreux comités et groupes de travail, et les petites comme les grandes entreprises y sont représentées. Ils comblent le fossé entre l'université et l'entreprise, ainsi qu'entre les pouvoirs publics et l'industrie. A travers leur organisation et leur interaction, ces organismes explorent le monde à la recherche de nouvelles technologies, les évaluent et disséminent rapidement des informations à leur sujet, favorisant de ce fait un haut degré de sensibilisation technique à tous les niveaux de l'industrie suédoise, sensibilisation essentielle pour expliquer la rapide diffusion des technologies. Ces institutions "relais" contribuent à l'accumulation et à l'intégration des résultats des activités d'innovation, qui conserveraient sans cela un caractère hautement spécifique à la firme, et les rendent utiles et accessibles à d'autres entreprises. En outre, ces institutions compensent aussi la faiblesse d'autres composantes du SIT, par exemple l'absence d'un grand fournisseur national de CFAO⁶.

⁵ Il s'agit de l'IFV (Institut suédois pour la recherche sur les techniques de production), du NUTEK (Conseil national pour le développement industriel et technique) et du MEKAN (Organisation professionnelle de l'industrie mécanique suédoise).

⁶ En Suède, l'absence d'un grand fournisseur de CFAO a été compensée par le NUTEK qui a mis sur pied un programme regroupant des grandes firmes utilisatrices et de petits fournisseurs de CFAO, dans l'idée de renforcer les compétences des utilisateurs tout en favorisant l'amélioration technique des systèmes offerts par les petits fournisseurs. L'application pratique de

L'efficacité des institutions est aussi évidente lorsqu'elles offrent un cadre constructif de négociation à propos de la forme de CIM, de ses modalités d'utilisation ou de la reconnaissance de ses effets, notamment sur le contenu et l'organisation du travail. Fleck (1988) et Swann (1994) insistent sur le rôle joué par certaines associations professionnelles qui ont facilité l'automatisation de la fabrication dans plusieurs secteurs industriels en Angleterre et au Canada, en établissant de nouvelles conventions de travail (plans de formation continue, révision du mode de rémunération, par exemple) et en proposant des standards d'échange de données électroniques à leurs membres.

A propos des relations professionnelles entre employeurs et salariés, une étude de l'OCDE (1991) attribue en partie les écarts nationaux dans la diffusion des nouvelles techniques de fabrication à l'attitude plus ou moins consensuelle et coopérative des commissions d'entreprises et des syndicats de branches. En Angleterre et aux États-Unis, les relations professionnelles sont très antagonistes, ce qui empêche l'émergence d'un consensus au sujet du contenu des nouvelles technologies et de leur impact sur l'organisation du travail. En Allemagne ou en Suède, en revanche, ces relations sont plus constructives, parce que chaque partie tente de comprendre les nécessités et les objectifs de l'autre.

5.2.4 Les facteurs d'influence des réseaux de coopération technologique

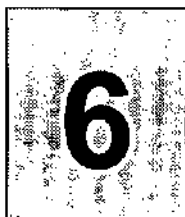
Compte tenu de l'importance grandissante des réseaux de coopération technologique dans le processus d'innovation, les facteurs qui influencent l'existence de ces réseaux au sein des SIT sont les véritables sources de dynamisme ou d'inertie des nations, des industries, des entreprises et des institutions. Dans cette optique, Lundvall (1988, p. 355) met l'accent sur le rôle de la proximité géographique, technique et culturelle en tant que moteur de la coopération entre utilisateurs et producteurs de technologie.

Encadre N°2: le rôle de la proximité

Le rôle de la proximité: "When technology is complex and ever-changing, a short distance might be important for the competitiveness of both users and producers. Here the Information codes must be flexible and complex, and a common cultural background might be important in order to establish tacit codes of conduct to facilitate the decoding of the complex messages exchanged...In the absence of generally accepted standards and codes able to transmit information, face-to-face contact and a common cultural background might become of decisive importance for the information exchange." (LUNDVALL, 1988, p. 355)

Freeman (1988) et Carlsson et Jacobsson (1993) insistent sur le rôle des institutions, en particulier les associations sectorielles et les corps de métiers, en tant qu'agents instigateurs et catalyseurs du changement et garants des règles du jeu de la coopération. Nelson (1994) avance l'idée selon laquelle la coopération dépend en grande partie de la tradition d'autonomie des entreprises et de leurs rapports historiques avec les institutions sectorielles et régionales.

Toutefois, il convient d'aller plus loin dans l'explication et de savoir pourquoi et comment ces réseaux se créent, pourquoi certaines régions, certains secteurs ou certaines entreprises coopèrent plus que d'autres au sein d'un même espace national. Il s'agit de remonter à la genèse des réseaux de coopération technologique, afin de connaître les motivations et les blocages possibles des partenaires, afin de savoir ce qui a incité des acteurs à adopter une attitude coopérative et à partager des ressources que la compétition économique rend habituellement confidentielles. A cet effet, reprenons les aspects importants pour notre problématique de l'approche dite des "milieux innovateurs". Celle-ci va rechercher les fondements de la coopération technologique au coeur du "territoire" des régions et des entreprises, c'est-à-dire au coeur de leur contexte industriel, social, historique et culturel.



Les milieux innovateurs

"La question qui se pose, si l'on veut éviter de substituer à une vision darwinienne féroce de la sélection par la concurrence une vision angélique du partenariat, de la coopération et de la solidarité confiantes, est de savoir ce qui, dans certains cas, dans certains lieux, pousse des partenaires à s'accorder mutuellement cette confiance."

Bernard Planque, 1993, p. 346

Si toutes les régions d'un même pays se ressemblaient, il n'y aurait peut-être aucunes disparités en matière économique...ni de variété technique et sociale suffisante pour permettre à ce pays d'apporter des réponses créatives aux menaces perpétuelles de la compétition internationale. Il ne s'agit donc pas de s'escrimer contre une hétérogénéité régionale, somme toute, nécessaire à un équilibre durable au niveau national. Au contraire, il est indispensable de la reconnaître et de la comprendre. L'alchimie des régions ne doit pas rester opaque, car, bien souvent, c'est à leur échelle que se développent, au fil du temps, des zones de concentration industrielle¹, des pôles de recherche et de formation, des lignes de pensée politique ou des associations professionnelles.

En somme, c'est dans un contexte régional que naissent, vivent et, hélas, disparaissent les principaux acteurs de la scène économique. Par conséquent, c'est dans un contexte régional que l'invention apparaît, puis se transforme petit à petit en innovation, mais

¹ La régionalisation des systèmes de production industrielle a largement été démontrée grâce aux travaux consacrés aux districts industriels et technologiques. Pour une synthèse de ce phénomène, voir notamment Pecqueur (1991), Pyke (1992) et Storper (1993).

aussi que le changement technique et social de grande envergure rencontre les plus fortes résistances. La fermeture des usines de la Ruhr, la sinistrose des chantiers navals de Glasgow jusqu'au Havre ou l'effondrement du "Titanic horloger" suisse attestent de ces chocs terribles entre la nouveauté technologique, forcée par des agents extérieurs, et les valeurs profondes, parfois même inconscientes, des régions. Les crises causent des blessures durables aux régions, mais, ce faisant, elles leur inoculent souvent un esprit de revanche sur l'Histoire. Aussi, quand une région ne meurt pas, faut-il s'attendre à la voir revenir, un jour ou l'autre, après avoir réussi à "refaire du neuf avec du vieux", comme l'explique Harrisson (1992).

A cet égard, l'approche des "milieux innovateurs" constitue un exemple très représentatif de l'analyse contextuelle de l'innovation au niveau régional. Elle repose sur l'idée fondamentale que l'innovation, quelle que soit sa nature, est conditionnée par l'Etat et le fonctionnement d'un "milieu", vu comme un ensemble de ressources et d'acteurs délimité par une proximité qui est autant, sinon plus professionnelle, culturelle et historique que géographique. Il existe donc des milieux "innovateurs", dans lesquels l'innovation émerge et se diffuse vite et bien, mais aussi des milieux "inhibiteurs", dans lesquels les résistances économiques et sociales retardent ou empêchent le changement.

Le présent chapitre examine tout d'abord les bases théoriques de l'approche des milieux innovateurs. Ensuite, il montre en quoi les variables contextuelles issues d'un milieu sont susceptibles d'influencer la trajectoire technologique des entreprises en matière de CIM.

6.1 Base conceptuelle de l'approche des milieux

L'approche des milieux consiste en une analyse "territorialisée" de l'innovation, selon laquelle le changement technologique dépend de facteurs qui s'observent en principe à l'échelle de "territoires" -carrefour entre la région et les secteur d'activités-. A titre d'exemple, l'arc jurassien est le territoire dans lequel l'horlogerie suisse concentre la plupart des ses entreprises et de ses

institutions, dans lequel elle s'est forgé son histoire, sa culture professionnelle et ses conventions.

Développée dans le cadre fécond du Groupement Européen de Recherche sur les Milieux Innovateurs (GREMI), cette approche a notamment déjà produit trois ouvrages de référence, à savoir Aydaïlot (1986), Maillat et Perrin (1992) et Maillat, Quevit et Senn (1993). Compte tenu des résultats empiriques qu'elle a déjà suscité à propos du changement technologique en Suisse, et dans l'Arc jurassien en particulier (MAILLAT, 1986; MAILLAT et LECQ, 1990; MAILLAT, CREVOISIER et LECOQ, 1990), cette approche s'avère bien adaptée à l'étude empirique que cet ouvrage consacre à l'horlogerie mécanique.

Suite à de nombreuses études fouillées, menées depuis près de dix ans aux quatre coins de l'Europe et aux Etats-Unis, le GREMI (MAILLAT, QUEVIT et SENN, 1993, p. 4) définit un milieu de la manière suivante:

Encadré N°1: définition du concept de milieu

"Ensemble de relations intervenant dans une zone géographique qui regroupe dans un tout cohérent un système de production, une culture technique et des acteurs." (MAILLAT, QUEVIT et SENN, 1993, p. 4)

Selon le GREMI, il convient de préciser que l'esprit d'entreprise, les pratiques organisationnelles, les comportements d'entreprises, la manière d'utiliser les techniques et d'appréhender le marché, le savoir-faire font aussi partie du milieu, tout en contribuant à son évolution². Selon Maillat, Quévité et Senn (1993, p. 5), un milieu se

² Ouvrons ici une parenthèse destinée à clarifier une confusion terminologique fréquente dès lors que l'on parle de "milieu". Hormis une acception biologique relative à l'idée "d'environnement", le langage courant a fait sienne l'idée qu'un "milieu" se rapporte à des activités louches, souvent de nature "mafieuse". Or, détail cocasse, cette perception des choses, bien qu'étrangère aux préoccupations scientifiques du GREMI, n'entre pas en contradiction avec la définition holistique du "milieu" que propose ce groupe de chercheurs. En effet, les milieux "mafieux" s'organisent également autour de systèmes de production prospères et innovateurs - même si illégaux - qui ont su évoluer avec les contraintes et les opportunités de leur temps. "L'omertà" - ou loi du silence - illustre parfaitement ce qu'est une "convention de milieu", alors que le recours aux compétences spécialisées (tuteurs à gage, ingénieurs de la "poudre", fins armuriers,

présente donc comme un processus de perception, de compréhension et d'action continuelle qui recouvre:

- ☐ un espace géographique qui n'a pas de frontières a priori, qui ne correspond pas à une région donnée, mais qui présente une certaine unité et une certaine homogénéité qui se traduisent par des comportements identifiables et spécifiques à une culture technique,
- ☐ un ensemble d'agents (firmes, centres de R&D, pouvoirs publics, etc.) qui ont une indépendance décisionnelle et une autonomie dans la formulation des choix stratégiques,
- ☐ des éléments matériels (infrastructures, ressources financières, par exemple) mais aussi immatériels (savoir-faire, conventions de travail, éthique professionnelle, etc.),
- ☐ une logique d'interaction entre acteurs, qui autorise une meilleure valorisation des ressources existantes,
- ☐ une logique d'apprentissage, c'est-à-dire une capacité des acteurs -constituée au cours du temps- à modifier leur comportement en fonction de l'évolution de leur environnement. Ces logiques d'apprentissage portent essentiellement sur la formation de savoir-faire, qui permet la maîtrise du processus de production et la création de nouveaux produits et de nouvelles techniques.

Un milieu se caractérise par des externalités propres à une communauté industrielle territoriale. Ces externalités proviennent d'une culture industrielle commune, de l'interaction et de la mobilité des individus sur le marché du travail, de la facilité des contacts personnels et du partage de l'information entre agents productifs. Mais, surtout, un milieu se caractérise par des coopérations plus directes entre les agents concernés par la production et l'innovation. Ces coopérations

experts en piraterie informatique et en fraudes comptables, etc.) passent d'un commanditaire à l'autre sans appel d'offre, grâce au "bouche à oreille" et sans accord contractuel. A l'image de ses pairs industriels, le milieu du crime organisé génère une "atmosphère" propice à la collaboration régionale (Sicile, Corse, Chicago, etc.) et internationale (les raffineurs turcs s'allient aux gestionnaires américains, par exemple), développe des réducteurs d'incertitude (tout le monde se connaît, grâce aux relations "familiales") et des instruments de garanties contre l'opportunisme individuel (chantage et attentats à la bombe, par exemple).

interviennent dans une aire géographique déterminée et s'effectuent sous la forme de réseaux de production et d'innovation, favorisés par l'existence, dans un milieu, de systèmes d'attentes réciproques sur les compétences et les comportements de chacun (MAILLAT, QUEVIT, SENN, 1993).

L'approche des milieux innovateurs relie l'innovation à la performance d'un système socio-économique possédant une forte implantation régionale. Elle démontre que l'innovation n'émerge pas partout, au même moment, sous la même forme et de la même manière, mais qu'elle dépend de conditions propres à des "territoires" dans lesquels se concentrent les industries³.

Deux aspects particuliers de la théorie des milieux innovateurs s'avèrent déterminants pour comprendre les mécanismes de l'innovation technologique:

- ☐ le rôle du milieu sur la vision technologique des entreprises et des institutions, c'est-à-dire sur la capacité d'une industrie donnée à reconnaître la nécessité d'une innovation technologique et de l'adopter à temps,
- ☐ le rôle du milieu dans la constitution, le fonctionnement et l'évolution des réseaux de coopération technologique.

Sur un plan spécifique aux nouvelles techniques de production, Boureille (1993) montre que les réseaux de coopération technologique trouvent un contexte favorable au niveau territorial, pour autant, bien sûr, que les milieux qui y cohabitent soient innovateurs. Planque (1993, p. 345) définit un réseau d'innovation territorial ainsi:

³ Cas "territoires" industriels sont caractérisés par une atmosphère économique et sociale particulière qui influence considérablement l'innovation technologique. Comme le montre Gordon (1993), la Silicon Valley, par exemple, bénéficie d'une atmosphère industrielle très stimulante, parce qu'elle regroupe sur une surface limitée des ressources énormes en matière d'électronique (leaders industriels mondiaux, centres de R&D et de formation de pointe, proximité d'une demande très exigeante, etc.). De plus, elle s'est forgée une tradition et une image de région dynamique et innovatrice qui incitent les entreprises et les gens à vouloir sans cesse se dépasser eux-mêmes, pour mieux devancer les autres.

Encadré N°2: définition d'un réseau d'innovation territorial

"Forme d'organisation qui associe dans des partenariats coopératifs de long terme divers acteurs locaux complémentaires du point de vue de leurs compétences dans le domaine de l'innovation, selon des modalités qui permettent à la fois une amélioration de la créativité et une réduction des risques et des coûts propres aux processus d'innovation." (PLANQUE, 1993, p. 345)

L'état des visions technologiques et l'existence ou l'absence de réseaux d'innovation font que le milieu est, dans certains cas, innovateur et, dans d'autres cas, très fermé au changement. En effet, selon Maillat, Quévit et Senn (1993), un milieu est innovateur:

- ☐ lorsqu'il est capable de s'ouvrir à l'extérieur et d'y recueillir des informations et des ressources diverses susceptibles de le faire progresser,
- ☐ lorsqu'il parvient à créer des structures économiques, techniques et culturelles qui adaptent, coordonnent et diffusent des ressources exploitables pour de nouvelles combinaisons productives.

Dans le cas de CIM, un milieu est innovateur s'il a reconnu, par rapport à son cas spécifique, les enjeux de la transformation industrielle et de l'intégration de la production et s'il met en place des structures (associations professionnelles, institutions, etc.) qui débouchent sur des formules d'action concrètes par rapport à la mise en place de CIM (coopération entre utilisateurs et producteurs, partenariat industriel et social, par exemple). En matière de CIM, un milieu est donc innovateur s'il parvient à adapter à sa situation des techniques et des méthodes qui ont du succès ailleurs et dans d'autres cas de production, comme le juste-à-temps et le Kanban issus du Japon ou le "Reengineering" en provenance des Etats-Unis.

Dés lors, il convient de s'interroger sur les facteurs qui rendent un milieu réceptif ou, au contraire, réticent, voire fermé, par rapport à une innovation telle que CIM.

6.2 Milieu et vision technologique: le poids de la spécialisation, des valeurs et de l'histoire

Dans l'absolu, une innovation peut être souhaitable, indispensable même. Pourtant, en pratique, elle n'a de signification que lorsque les agents économiques en ont reconnu l'utilité et lorsqu'ils expriment le besoin de l'adopter. Or, des recherches dans l'industrie américaine (ADLER et SBENBAR, 1990; DE LISI, 1990), et suédoise (CARLSSON et JACOBSSON, 1993) montrent que la rationalité des entreprises en matière d'innovation technologique est souvent limitée par l'expérience qu'accumule la direction de l'entreprise. En se spécialisant, les entreprises développent une vision technologique restreinte. C'est là un paradoxe majeur dans l'évolution industrielle: se spécialiser équivaut à gagner en performances, mais aussi à limiter sa capacité de répondre avec créativité à une modification des possibilités technologiques qui apparaissent dans le monde (METCALFE et GIBBONS, 1991).

Ce constat est crucial, car il suggère que les entreprises et les industries qui profitent d'une spécialisation réussie sont, en quelque sorte, prisonnières de leur réussite. Elles se montrent réticentes à changer ou à révolutionner des structures et des pratiques qui ont fait et font encore leur force et leur gloire. Cette résistance à la nouveauté est le fait de d'incertitudes, de craintes, mais aussi de doutes quant à la pertinence de cette dernière. Malheureusement, elle est aussi le fruit d'attitudes présomptueuses fondées sur le prestige passé et sur la conviction que lorsqu'on a été les meilleurs dans un domaine, on le reste. Landes (1987) remonte l'histoire horlogère et explique comment, parmi d'autres facteurs, la présomption et les complexes de supériorité ont mis en crise, puis plongé dans l'anonymat les places horlogères anglaises, puis américaines et françaises. Freeman (1988) constate que les secteurs les plus spécialisés de l'industrie japonaise ont, vers le milieu des années quatre-vingt, également souffert d'un manque de vision technologique qui a, heureusement pour eux, été compensé par le MITI et divers organismes publics et privés.

La spécialisation est une variable explicative des résistances au changement technologique au sein d'un milieu, mais il en existe d'autres. Fondamentalement, les entreprises sont aussi imprégnées des valeurs et de l'histoire qui caractérisent leur secteur d'activités et leur région d'implantation. Elles le sont d'autant plus lorsqu'elles

appartiennent de longue date à des familles ou à des comités restreints d'actionnaires qui s'identifient à un espace, à une culture et à des traditions régionales ou même locales. Les valeurs et le comportement passé agissent comme un filtre sur les représentations que se font les chefs d'entreprises, mais aussi les employés, les syndicats et les autres agents de l'innovation. Quel que soit sa provenance, le changement est alors soumis à l'inquisition de ceux qui ont quelque chose à perdre et il doit apporter la preuve immédiate de ses bénéfices à venir. Or, bien souvent cette démonstration avorte, parce qu'elle repose sur des projections incertaines qui n'ont pas le pouvoir persuasif et rassurant des structures et des conventions en place et éprouvées.

Le spectre du chômage, la perte de pouvoir, la disparition de métiers nobles, l'incapacité à supplanter une technique traditionnelle et maîtrisée, tout est bon pour alimenter un scepticisme latent et ambiant, pour se convaincre de la non pertinence d'une innovation à un moment donné. Les exemples des métiers à tisser dans la région d'Uster, des machines de Japy, pour fabriquer les ébauches de montres dans le Vallon de Saint-Imier, ou, plus près de nous, des commandes numériques pour machines-outils appartiennent au lot des innovations dont l'apparition en Suisse a été retardée par des "milleux" trop bien rodés pour être réceptifs aux enjeux de la nouveauté.

L'appartenance à un milieu fortement solidaire et maillé de façon très dense ne fait que renforcer certaines convictions, certains préjugés, en raison de la convergence des points de vue. Comme le démontre Glassmeier (1991), lorsque le Japon s'est mis à commercialiser des montres à quartz laides et encore peu fiables, les horlogers suisses, qui avaient développé les premiers la technologie de la montre électronique, ne crurent pas en l'avenir immédiat de cette "nouvelle horlogerie", avec les conséquences néfastes que l'on connaît. Comme une traînée de poudre, les réticences de quelques uns devinrent rapidement l'avis de tous. Pourquoi laisser tomber la belle montre mécanique, suffisamment précise, noble de corps et d'esprit, pour se mettre à fabriquer des objets sans aiguilles, lourds, peu autonomes et, par dessus tout, empreints d'une esthétique fort douteuse? Pourquoi révolutionner des structures de production à peine modernisées et en pleine phase de rentabilisation? Pourquoi forcer les distributeurs à devenir des "marchands de tapis en gros", en leur supprimant leur fierté de réparateur, véritable "garagiste-horloger"?

Pourquoi doter la montre d'un coeur électronique que l'artisan ne comprend plus et auquel la ménagère ne peut plus contribuer, penchée sur son établi domestique? Au sommet de sa résistance, le milieu horloger suisse s'est alors profondément convaincu que le marché mondial ne voudrait pas de la montre à quartz à la sauce japonaise, qu'il attendrait sagement que le "maître" suisse lui propose une version mûre, respectueuses des traditions horlogères ancestrales.

L'innovation n'est jamais acceptée sans difficultés par les milieux sous-jacents aux systèmes de production industrielle, même lorsque ceux-ci en sont les initiateurs. Il existe donc un intérêt réel à confronter les propriétés d'une innovation donnée avec les propriétés en vigueur dans un milieu. Celles-ci apparaissent à la fois au niveau interne des entreprises et dans le contexte de ces dernières. Compte tenu de notre optique de recherche, nous ne considérons que les variables contextuelles.

Dans le cas précis de CIM, les principales sources de conflits possibles entre cette technologie et un milieu donné peuvent être nombreuses et souterraines, donc difficiles à détecter. A cet égard, le tableau 6.1 oppose les propriétés d'un système de production très intégré -avancé du point de vue de CIM- aux propriétés d'un milieu industriel qui reste encore fortement imprégné de traditionalisme, donc peu favorable à CIM.

Au niveau des relations industrielles, tout d'abord, les routines d'échanges de biens et d'informations en vigueur dans un milieu peuvent fort mal s'accommoder de processus de production intégrés, tout à coup très exigeants et rigoureux quant aux modalités des échanges. Par exemple, combien de firmes de sous-traitance résistent à des normes de certification de qualité ou à une intrusion informatique de gros clients dans leur système de gestion, avant d'y céder, à contrecœur, sous la pression économique du marché et de la concurrence?

Au niveau de la technologie, ensuite, il est connu que les entreprises sont peu disposées à entrer en matière sur un changement lorsqu'elles ont à peine consenti à des investissements qu'il s'agit encore de rentabiliser. On parle alors de "lock-in" -ou verrouillage-

Tableau 6.1: conflits possibles entre les exigences de CIM et les propriétés d'un milieu industriel

Sources de conflits	Propriétés d'une industrie fondée sur CIM	Propriétés d'un milieu fermé à CIM
<i>Autonomie stratégique des firmes</i>	Forte coordination entre firmes	Forte autonomie des firmes
<i>Relations entre firmes</i>	Echanges formalisés par la technologie (codes, formats, normes, etc.)	Echanges de type personnel et peu formalisés
<i>Technologie</i>	Nécessité d'investir dans une technologie "ouverte"	Investissements récents dans une technologie "fermée"
<i>Stratégie industrielle</i>	Forte concurrence Recherche de nouveaux avantages compétitifs	Faible concurrence Consolidation d'avantages acquis
<i>Rôle de production des firmes</i>	Mise à disposition de compétences pour des produits partagés avec d'autres firmes	Maîtrise à l'interne d'un produit et/ou d'une technique
<i>Pouvoir économique des firmes</i>	Basé sur la capacité à participer à des projets de production collectifs	Basé sur des rentes de situation stabilisées

technologique⁴. Ce dernier est autant financier que structurel. En effet, la technologie en place continue de mobiliser des fonds qu'on ne peut attribuer à d'autres projets. De plus, son utilisation génère une organisation et des méthodes de travail spécifiques qui persistent parfois longtemps après qu'un équipement ait été remplacé.

Le "lock-in" technologique peut frapper non seulement des entreprises isolées, mais aussi des secteurs industriels et des régions entières, lorsqu'elles sont monostructurelles. Il suffit pour cela qu'une majorité de décideurs économiques et politiques fassent des anticipations identiques à un moment donné, puis investissent de la même manière, en même temps. Or, la convergence des anticipations est d'autant plus grande qu'un milieu industriel est compact, solidaire et imgué par des nombreux réseaux professionnels et personnels. Lorsque les anticipations s'avèrent justes, la compacité d'un milieu est donc payante, parce qu'elle permet aux entreprises d'évoluer vite, en force et de façon coordonnée. En revanche, lorsque les anticipations sont fausses, la crise se généralise rapidement et devient incontrôlable, au lieu de rester circonscrite. La région minière et sidérurgique de la Ruhr est un bel exemple de milieu industriel qui a prospéré au XIXe siècle grâce à sa compacité, avant d'en subir les méfaits au cours des années soixante.

Un milieu industriel peut aussi faire preuve de myopie ou, au contraire, de clairvoyance technologique en fonction de sa situation concurrentielle. Lorsque les entreprises manquent de concurrence d'envergure mondiale, elles tendent à se complaire, avec un consentement mutuel souvent sacralisé par un cartel, dans la consolidation d'avantages acquis qui ne poussent pas à la remise en cause technologique. Elles considèrent même que le changement risque de redistribuer les cartes productives et menace leurs rentes de situation, parfois acquises péniblement.

⁴ Un "lock-in" technologique se produit lorsqu'une entreprise ou même un secteur industriel entier doit renoncer à de nouveaux investissements, parce que la technologie en place n'est pas encore rentabilisée. Ce phénomène est fréquent lorsque la technologie évolue vite. Il ne laisse qu'une faible liberté stratégique, dans la mesure où l'entreprise peut choisir de s'adapter à grand frais et à hauts risques ou renoncer et laisser la place à de nouveaux concurrents capables de l'éliminer rapidement. A cet égard, l'exemple de certains fabricants d'ordinateurs des années quatre-vingt (Honeywell Bull, Tulip, Victor, Apricot, etc.), aujourd'hui défunts, est édifiant.

Par ailleurs, le changement technologique passe plus ou moins bien selon la modification du rôle économique qu'il suggère aux entreprises. En effet, le changement technologique peut amener à certains une responsabilité de production supplémentaire, mais il peut aussi signifier un remaniement dégradant pour d'autres. Avec l'intégration des processus de production entre firmes, on observe que certaines opérations quittent leur site traditionnel, au profit d'autres centres de production. Altersohn (1992), par exemple, estime que l'intégration de la production entre donneurs d'ordres et sous traitants conduit à un remodelage des fonctions de conception, de fabrication et de distribution des produits. Chacun doit alors se concentrer sur ce qu'il sait le mieux faire et non plus sur ce qu'il aime le mieux faire. Ce remodelage a des effets psychologiques non négligeables.

Certaines firmes habituées à réaliser et à vendre un produit fini se retrouvent, après s'être intégrées à leurs clients, confinées à un rôle de concepteur et de fabricant de composants. Reléguées dans les coulisses d'un réseau de production ou d'une marque, elles perdent ainsi, aux yeux du consommateur final, leur légitimité par rapport à l'excellence du produit. Ce phénomène est redouté des P.M.E. -qui ne sont souvent viables qu'en se spécialisant- et de la sous-traitance -qui ne vend pas de produit fini-. Aussi, lorsqu'un milieu industriel compte beaucoup de firmes de ce type, faut-il craindre que l'intégration des processus de production entre firmes reste mal perçue.

Certes, tous les milieux industriels ne sont pas, dès le départ, fermés à CIM. De plus, avec le temps, même un milieu fermé au changement technologique finit souvent par s'y convertir, soit parce qu'il est séduit par des exemples pionniers réussis, soit parce que la concurrence économique l'exige de façon urgente. Le changement n'est pas toujours approprié, mais une ouverture d'esprit dans sa direction est presque inéluctable, car, pour perdurer, un milieu doit au moins pouvoir s'assurer que le statu quo est préférable au changement. Un milieu peut donc défendre des valeurs et avoir des préjugés qui favorisent ou, au contraire, limitent la perception de CIM et de ses enjeux.

Examinons maintenant le rôle que peut jouer un milieu en matière de réseaux de coopération, dont l'existence favorise le développement de nouvelles solutions technologiques, comme nous l'avons souligné dans le chapitre précédent de cet ouvrage.

6.3 Milieu et réseaux de coopération technologique

Lorsqu'un milieu dynamique agit dans une région ou dans une industrie, une de ses contributions essentielles consiste à favoriser l'éclosion de réseaux de d'Innovation, puis à en faciliter le fonctionnement, en particulier du point de vue de la confiance, ingrédient indispensable pour assurer des relations de coopération équitables, flexibles et allégées du point de vue juridique. Cette observation -qui ressort des principaux ouvrages consacrés à l'innovation au niveau de territoires industriels (SIVIERO, 1994; CREVOISIER, 1993; MAILLAT, OUEVIT, SENN, 1993; MAILLAT et PERRIN, 1992)- mérite d'être développée dans le cas de la coopération technologique que suppose la mise en place d'une partie des composantes de CIM.

6.3.1 Mise en compatibilité de composantes CIM et coopération technologique

CIM n'est pas une technologie conventionnelle du point de vue de sa mise en place dans l'entreprise. En effet, dès que l'entreprise n'est plus verticalement intégrée, ce qui correspond à un grand nombre de cas, l'intégration de la production repose sur la mise en compatibilité des composantes choisies par l'entreprise avec celles de ses principaux partenaires de production. Parfois, il s'agit même de définir des normes censées régir le fonctionnement de certaines composantes technologiques à l'échelle sectorielle⁵, voire intersectorielle. Cet effort de mise en compatibilité porte avant tout sur les systèmes informatiques et sur les normes de qualité. Le résultat collectif dépend en partie de la bonne volonté et des possibilités techniques de chaque partenaire.

Ce processus de mise en compatibilité technologique suppose d'importantes négociations formelles entre un nombre plus ou moins restreint et prédéfini de partenaires industriels. Ceux-ci doivent trouver des normes qui préservent au mieux les intérêts

⁵ Voir Horlück (1993) à propos des normes GALLIA et ODETTE, en vigueur dans le secteur automobile, et de la norme EDIFACT proposée par l'ONU, en guise de plate-forme intersectorielle pour EDI.

collectifs, sans rendre caduques les choix technologiques que chacun a déjà pu opérer à titre individuel. A ce sujet, les investissements en matériel et en logiciels spécifiques, "fermés" aux autres solutions, constituent toujours un délicat sujet de négociation et, le plus souvent, une source d'inertie technologique qui ne disparaît que dans deux cas de figure⁶:

- lorsque les partenaires industriels acceptent de confier la définition de normes à une institution neutre et représentative des intérêts collectifs,
- lorsque les partenaires industriels sont rapidement forcés d'adhérer à une solution sectorielle standard et imposée par les plus puissants d'entre eux, comme ce fut le cas avec les normes informatiques GALLIA et ODETTE dans le secteur automobile.

Dans le cas de composantes technologiques intersectorielles dont l'intérêt dépasse le cadre d'un secteur d'activités donné, la mise en compatibilité est difficilement envisageable en dehors de comités Internationaux de normalisation⁷. Deux motifs justifient cette situation. D'une part, seule une institution internationale reconnue comme impartiale est en mesure de rechercher une juste pesée des intérêts en présence. D'autre part, cette activité d'arbitrage et de normalisation représente une charge lourde et complexe qui ne débouche sur des résultats concrets qu'après des mois, voire des années de palabres. L'Organisation des Nations Unies s'est occupée de définir EDIFACT, une plate-forme intersectorielle et internationale pour EDI. L'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne a été chargée de trouver les normes internationales optimales pour le multimédia. Les acteurs dominants des secteurs concernés par la normalisation ne peuvent pas imposer ouvertement leur propre solution. Toutefois, ils ne manquent pas d'agir "en coulisse", soit en "conseillant" et en

⁶ Voir Kubicek (1993) qui analyse l'inertie technologique de départ, puis les solutions négociées à propos de EDI en Allemagne et aux Etats-Unis.

⁷ Voir Foray (1990).

"soutenant" financièrement les comités de normalisation, soit en y plaçant discrètement des personnes "de confiance"⁸.

Dans le cas de composantes technologiques spécifiques à un secteur d'activités, comme un système d'échange de données informatiques de production, le rôle des **acteurs dominants** est plus direct. Grâce au poids économique de leurs activités, ils peuvent imposer une solution technologique à leurs principaux partenaires de production, qui imposeront ensuite, eux aussi, la solution qu'ils ont été contraints d'adopter, engendrant ainsi un effet d'entraînement sectoriel. Néanmoins, dans de nombreux cas, le rapport de forces entre firmes d'un même secteur est équilibré, ce qui conduit les partenaires à rechercher un terrain d'entente à leurs problèmes technologiques par le biais de **réseaux de coopération technologique**. Ceux-ci sont, en général, constitués dans le cadre d'une institution liée au secteur des firmes. Ces institutions sont de nature territoriale lorsqu'un secteur est très concentré géographiquement et, dès lors, le milieu joue un rôle important.

Les études empiriques du GREMI (MAILLAT, QUEVIT, SENN, 1993; MAILLAT et PERRIN, 1992), corroborées par des études menées aux Etats-Unis entre autres par Saxenian (1991) et Gordon (1993) montrent que les milieux offrent des conditions propices à l'institutionnalisation de processus de construction et de négociation de technologies émergentes. Les variables contextuelles territoriales qui facilitent l'institutionnalisation de processus innovateurs sont:

- ☐ l'orientation technologique des acteurs publics territoriaux,
- ☐ la confiance entre partenaires à la coopération technologique,

6.3.2 Orientation technologique des acteurs publics territoriaux

Tout d'abord, un territoire qui abrite un milieu industriel renferme généralement aussi un lot d'acteurs publics concernés par l'évolution de cette communauté industrielle. Ces acteurs publics peuvent, exceptionnellement, rester très passifs, mais, le plus souvent, ils jouent un rôle actif de fédérateur d'intérêts -crucial pour la création

⁸ Voir Foray (1990).

de projets collectifs-, puis un rôle d'initiateur et de médiateur lors de la constitution de réseaux de coopération technologique. Quévât (1993), se basant sur l'exemple d'un réseau de coopération technologique en Belgique, situe l'apport des acteurs publics territoriaux à trois niveaux différents:

- l'institutionnalisation des réseaux de coopération, par la prise de contact avec les partenaires potentiels,
- la mise de fonds en capital-risque qui fait supporter, au départ, à l'acteur public territorial une grande partie des risques encourus par le réseau de coopération. Cette initiative financière est déterminante, car la plupart des firmes partenaires refuse de se lancer dans la création de réseaux sans ce genre d'appui⁹,
- le suivi et le soutien des recherches initiées par les réseaux de coopération, notamment par le biais de subventions.

Le soutien aux réseaux de coopération doit se prolonger au-delà de la phase de démarrage, car le secteur privé montre souvent des réticences à s'engager trop en avant dans le financement d'initiatives collectives qui ne développant des effets positifs qu'à moyen ou à long terme. "Ce constat démontre bien la nécessité, au niveau régional, de créer des structures de capital-risque susceptibles de contribuer, surtout pour des régions en reconversion industrielle, à favoriser l'émergence d'initiatives économiques à haut potentiel technologique (Quévât, 1993, p. 142)."

La politique technologique de l'Etat, si elle entend stimuler les réseaux de coopération technologique, devrait avant tout susciter et/ou encourager les initiatives provenant du "bas" -des milieux industriels régionaux- plutôt que s'évertuer à construire et à piloter des réseaux depuis le "haut", à partir de l'infrastructure publique-. En effet, une trop grande emprise de l'Etat sur les réseaux de coopération

⁹ A une époque où le système bancaire des pays développés délaisse le financement de l'industrie régionale pour se remplir les poches sur les marchés financiers internationaux, l'engagement financier d'acteurs publics territoriaux s'avère d'autant plus indispensable. En effet, seuls des financiers de la place publique et politique régionale jouent encore leur crédit et leur avenir dans le développement de l'industrie régionale et dans le financement des risques de cette dernière.

suscite, à tort ou à raison, des méfiances et des reproches (fonctionnement bureaucratique, imposition de partenaires publics peu compétents, etc.) qui torpillent les volontés de coopération. Néanmoins, il va de soi que, même en partant depuis le bas, l'action de l'Etat dans ce domaine doit conserver une certaine cohérence et des lignes directrices, afin de ne pas céder tout azimut à des initiatives locales disparates. Pour stimuler les réseaux de coopération technologique au niveau territorial, l'intervention de l'acteur public dans l'économie nécessite une approche nouvelle de sa part, basée sur:

- ☐ la liberté du choix des partenaires,
- ☐ le respect de l'autonomie des partenaires,
- ☐ la flexibilité dans la gestion et le financement des projets,
- ☐ l'autonomie de gestion opérationnelle des partenaires,
- ☐ la mise en place de structures souples mais organisées de contrôle et d'évaluation des travaux et des résultats,
- ☐ l'existence d'un personnel administratif compétent dans le domaine technologique concerné.

La stratégie technologique de l'Etat doit être claire et poursuivie à un niveau central. Mais, son application et son adaptation peuvent et doivent même être décentralisées là où se manifestent des milieux innovateurs. Ceux-ci offrent des conditions-cadres non seulement propices à la création de réseaux de coopération, mais aussi, et surtout, au fonctionnement et à l'évolution de ces derniers, en générant un climat de confiance qui permet le dépassement de la contractualisation des accords de coopération.

6.3.3 Limite de la contractualisation dans la coopération technologique

La contractualisation des relations de coopération est fréquente, souvent même indispensable, et elle comporte bien entendu de nombreux avantages. En particulier, elle règle "ex ante" les droits et les devoirs de chaque partenaire, de même que les modalités financières "ex post" du partage des bénéfices éventuels. Elle permet

de faire jouer les protections juridiques prévues par les lois et les règlements en matière de secrets professionnels et de brevets.

Malheureusement, tout serait trop simple si la contractualisation permettait de régler tous les problèmes surgissant en matière de coopération technologique. En effet, il est difficile de dire a priori quel sera le résultat exact du processus d'innovation et il est, par conséquent, inconcevable de fixer avec précision les prestations de chacun (CREVOISIER, 1990). La flexibilité d'initiative des partenaires à l'innovation est pénalisée par des contrats trop stricts prévoyant dans les moindres détails les apports et les combinaisons technologiques pouvant résulter de la coopération. Pour éviter l'inertie technologique par excès de juridisme, les partenaires sont alors obligés de se faire confiance.

6.3.4 Rôle de la confiance dans la coopération technologique

Un milieu industriel possède la propriété de conférer à ses membres un haut degré de confiance dans les échanges. Cette confiance est un acquis historique et repose sur les éléments suivants:

- ☐ la proximité géographique et culturelle,
- ☐ la densité et l'ancienneté des relations personnelles,

L'annexe 1 explique comment ces deux éléments génèrent la confiance. Voyons maintenant les effets de la confiance en matière de coopération technologique.

La confiance entre partenaires potentiels procure une sorte de "déontologie de travail" qui complète ou même élargit les instruments juridiques dans les rapports entre membres de réseaux de coopération. Il s'agit entre autres de conventions de concurrence et de confidentialité des travaux, de règles tacites d'entrée¹⁰, de sortie et d'exclusion de partenaires et de "gentlemen agreement" sur l'utilisation des retombées de la coopération. La densité relationnelle du milieu agit comme un "système de sécurité" lorsque des comportements

¹⁰ La survie d'un réseau de coopération dépend de ses résultats. Afin de les maximiser, il est donc indispensable de prévoir les modalités d'intégration, en cours de route, de partenaires innovateurs qui n'ont pas pu être identifiés ou impliqués dès le départ.

opportunistes voient le jour. Un tricheur y est vite repéré et montré du doigt par ses pairs, donc discrédité pour d'autres projets ultérieurs, quand il n'est pas boycotté sur le plan commercial. Quévit (1993) estime qu'un milieu dynamique possède des instruments sociaux et non pas légaux qui offrent ce petit "plus" de garanties de départ aux entrepreneurs.

La confiance incite les responsables d'entreprises à échanger une partie de leur vécu, de leurs expériences et de leurs problèmes par rapport à la technologie. Chacun doit, certes, donner avant de recevoir, mais la récolte répond souvent largement aux attentes des industriels¹¹. Les résultats des expériences sont valorisés et leur écho est vite amplifié, ce qui entraîne en général de nouvelles expériences. Un processus d'apprentissage s'enclenche alors.

La confiance entre acteurs rend crédible le résultat des expériences pionnières. Elle crée donc un précédent dont on parle, qui suscite la curiosité et qui finit par convaincre les esprits sceptiques que "c'est possible" et que la coopération et l'ouverture apportent quelque chose à la mise en place de nouvelles technologies. Malheureusement, -et c'est sans doute un des grands inconvénients des milieux- en cas d'échec de réseaux de coopération, l'immobilisme et la méfiance s'installent aussi plus vite. En superficie, les entreprises restent très cloisonnées, mais en profondeur, les contacts personnels -que d'aucuns qualifient de "téléphone arabe"- sont fréquents et tolérés de tous, pour autant qu'ils ne dépassent pas l'échange de bons procédés.

Toutes les régions du monde ne peuvent pas être examinées sous l'angle des milieux, ce qui limite quelque peu la portée de cette approche de l'innovation. De surcroît, lorsqu'ils existent, tous les milieux ne sont pas innovateurs, tant s'en faut. Toutefois, les enseignements de l'analyse "territorialisée" de l'innovation apportent une contribution indéniable à la compréhension des phénomènes d'innovation technologique dont fait partie CIM.

¹¹ Voir à ce sujet les études de cas faites par Pyke (1992a, 1992b et 1992c) pour le compte du Bureau International du Travail (BIT) dans différents secteurs industriels (meuble, textile, mécanique) en Allemagne, au Danemark et en Espagne.

PARTIE III

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM:

**le cas des industries de la montre
mécanique et des microtechniques**

7

Méthodologie de recherche empirique

Ce chapitre met en lumière la méthodologie utilisée afin d'obtenir des résultats empiriques. A cette fin, il présente successivement la démarche de recherche, les données relatives à l'échantillon, les variables contextuelles sur lesquelles se fondent les hypothèses et, finalement, les hypothèses retenues pour la recherche empirique que nous avons menée.

7.1 Démarche de recherche

Notre recherche empirique est de nature *exploratoire*. Elle vise non pas à vérifier la validité d'une théorie existante, mais à mettre en évidence une nouvelle orientation théorique, à partir des interactions entre la technologie et le contexte industriel. Ces interactions n'étant pas prédéfinies, elles ne peuvent faire l'objet d'une vérification quantitative. Nous avons donc cherché à qualifier ces interactions par le biais d'une démarche d'enquête qualitative.

L'exploration de la réalité peut s'opérer sous des angles très différents. Dans notre cas, le changement technologique qu'implique CIM peut être considéré avec une optique privilégiant, à choix, l'un des aspects suivants:

- ☐ la technique,
- ☐ le management,
- ☐ la psychosociologie du travail,
- ☐ l'économie industrielle.

Idéalement, il conviendrait d'étudier CIM sous tous ses aspects, à la fois de façon ponctuelle et de façon systémique, en mettant les divers aspects en relation les uns avec les autres. Mais, la complexité et l'étendue de cette tâche dépasserait alors largement le cadre d'un seul travail de thèse. L'ambition du présent ouvrage est plus modeste. Comme l'explique le chapitre 3, nous avons fait le choix de traiter la problématique de la diffusion de CIM sous l'angle de l'économie industrielle et de l'économie régionale, en particulier sous l'angle du **changement technologique au sein d'industries**. Il s'agit de comprendre comment le contexte technique, commercial, structurel et organisationnel d'une industrie donnée peut influencer sa capacité à adopter une nouvelle technologie. Cette influence n'est pas mesurable directement, car une industrie ne représente pas un acteur matériel que l'on peut interroger. Mais, on peut percevoir cette influence à partir des entreprises qui la composent, en examinant leur comportement présent et leur vécu.

L'optique que nous avons choisie ne saurait prétendre expliquer intégralement le processus d'adoption des multiples composantes de CIM par les firmes. Nous sommes parfaitement conscients du fait que les autres approches apportent des éclairages très pertinents, que nous ne prenons pas en compte, concernant l'adoption de CIM par les entreprises. Néanmoins, l'optique choisie est une voie possible. Dans la mesure où nous ne cherchons pas à évaluer la pertinence par rapport à d'autres optiques de recherche, son choix est légitimé (Cf. Chapitre 3). Ce dernier doit uniquement être déclaré avec clarté et reposer sur une démarche d'analyse cohérente.

Rappelons que l'étude du changement technologique au sein d'une industrie donnée nécessite la prise en compte des facteurs d'influence issus de trois dimensions¹:

- ☐ l'environnement de marché des firmes,
- ☐ l'environnement manufacturier des firmes,
- ☐ les propriétés du milieu industriel des firmes.

¹ Voir le chapitre 3 du présent ouvrage.

Les facteurs d'influence liés à l'environnement de marché que nous retenons se rapportent aux propriétés de la demande et aux pressions concurrentielles.

Les facteurs d'influence issus de l'environnement manufacturier ont trait aux modes de coordination des activités et aux modalités d'échanges entre les firmes de l'industrie.

Enfin, les propriétés du milieu industriel des firmes se rapportent aux relations de coopération entre firmes plus ou moins concurrentes, de même qu'entre utilisateurs et fournisseurs de technologie.

7.2 Délimitation du champ d'analyse empirique

La délimitation du champ d'analyse empirique doit satisfaire à la contrainte de représentativité de la population par rapport aux objets de recherche. Ainsi, dans notre cas, il a fallu choisir deux secteurs industriels pour lesquels l'influence contextuelle sur la diffusion de CIM peut être observée. Le choix de deux secteurs d'analyse, plutôt que d'un seul, vise un apport comparatif. L'idée est de mettre en évidence le rôle de facteurs contextuels au-delà de logiques de diffusion technologiques propres à un secteur précis.

Plusieurs secteurs industriels suisses offrent un terrain propice à notre recherche sur la diffusion de CIM. Nous avons sélectionné deux industries: celle de la montre mécanique et celle des microtechniques. Le choix de ces deux secteurs satisfait à différents critères.

Tout d'abord les industries de la montre mécanique et des microtechniques constituent des domaines très exportateurs de l'industrie suisse dans le commerce international. En 1992, ils représentaient près de 20% des exportations de l'industrie suisse, comme le montrent Némethi et Pfister (1994) dans leur étude sur les aspects de la compétitivité de l'industrie microtechnique suisse. D'autre part, avec environ 100'000 emplois, ils représentent ensemble une part importante de l'emploi industriel total dans notre pays, soit près de 13%.

Ce choix se fonde aussi sur le constat qu'une grande partie de l'industrie des microtechniques commercialise des produits combinant plusieurs technologies de pointe, en recourant pour cela, le plus souvent, à des procédés de production très élaborés. Par conséquent, cette industrie offre un champ d'observation tout à fait pertinent en ce qui concerne CIM. Pour ce qui est de l'industrie de la montre mécanique, un argument décisif tient dans l'extrême fragmentation des processus de production en une multitude de petites entreprises spécialisées. En effet, cette atomisation industrielle pose un problème de coordination fort intéressant à analyser dans le cadre de CIM.

Par ailleurs, plusieurs études récentes menées par l'Institut de recherches économiques et régionales (IRER) démontrent que ces deux industries développent des réseaux de coopération lorsqu'ils sont confrontés à l'innovation². Cette particularité est importante dans le cadre de notre enquête, puisqu'elle offre un terrain propice à la vérification des hypothèses de recherche liées à la théorie des milieux.

Enfin, ces deux industries, bien que très différentes du point de vue de leur produits terminés, sont intimement liées à différents égards:

- **sur le plan technologique**, les microtechniques résultent en partie de diversifications horlogères entreprises au cours de la crise des années septante. Elles fournissent aujourd'hui une partie de l'équipement de production (automates d'assemblage, outillage, instruments de contrôle, etc.) de l'horlogerie,
- **sur le plan socioprofessionnel**, il existe de nombreux réseaux tissés entre des responsables de deux secteurs qui ont étudié ensemble ou travaillé ensemble dans l'horlogerie avant que celle-ci n'entre en crise profonde et force certaines personnes à changer de secteur d'activités,

2 Voir Crevoisier (1993), Maillat et al. (1993), Maillat et al. (1994b) et Pfister (1995).

- sur le plan géographique, l'une et l'autre se concentrent dans l'Arc jurassien³.

Il importe aussi de préciser pourquoi notre analyse de l'horlogerie ne porte que sur la production de pièces à mouvements mécaniques et exclut la fabrication de montres électroniques. Au départ de la recherche, nous envisagions d'inclure la fabrication de ces dernières dans notre enquête. De la sorte, il aurait été possible de comparer le développement de CIM dans l'horlogerie mécanique et dans l'horlogerie électronique. Cette option n'a finalement pas été retenue, car il ne nous a pas été possible d'accéder aux usines les plus représentatives de l'horlogerie électronique, dont les nouveaux procédés de production restent bien protégés des analyses extérieures. Toutefois, cette situation ne restreint, en définitive, que le champ d'analyse en matière de fabrication de mouvements de montres. En effet, les autres parties de l'industrie horlogère (fabrication de boîtes, de cadrans, d'aiguilles, de glaces et de bracelet) travaillent aussi bien pour l'horlogerie mécanique que pour son homologue à quartz.

7.3 Echantillon de l'enquête

Le choix des entreprises de notre échantillon se base sur une sélection multicritères. Les sections suivantes explicitent les modalités de constitution de l'échantillon de l'enquête.

7.3.1 Population statistique et critères de sélection de l'échantillon

Dans le secteur horloger, nous avons sélectionné quinze entreprises actives dans la production de montres mécaniques au sein d'une population de cinq-cent soixante-quatre firmes⁴. La population horlogère à laquelle nous nous référons ici est plus large que

³ Voir l'étude de Maillat et al. (1994a) sur la localisation en Suisse de l'horlogerie et des microtechniques.

⁴ Selon les statistiques annuelles établies en 1995 par la Fédération de l'Industrie Horlogère Suisse.

l'ensemble des firmes actives dans la production de montres mécaniques, parce qu'il n'a pas été possible d'en exclure les firmes qui ne produisaient que pour l'horlogerie électronique.

A. Population statistique

Les quinze firmes interrogées dans l'horlogerie regroupent 4'952 employés, soit plus de 15% du total des emplois de l'horlogerie suisse en 1995⁵.

Notre échantillon de firmes horlogères est tout à fait significatif par rapport aux entreprises de plus de cent employés. Toutefois, il ne prend en compte qu'un faible pourcentage de la population des firmes qui emploient moins de cent personnes, malgré le fait que 40% (six firmes sur quinze) de notre échantillon appartienne à cette catégorie de population, comme le montre le tableau 7.1.

Tableau 7.1: taille des entreprises horlogères de l'échantillon

Nombre d'employés	Echantillon	Population ⁶	Part de l'échantillon
1 à 99	6	500	1,2%
100 à 499	7	36	19,1%
500 et plus	2	4	50,0%
Total	15	564	2,7%

Concernant l'industrie des microtechniques, notre échantillon représente près de 3'500 emplois, dont les deux tiers concernent deux très grandes entreprises, soit 3.7% du total des emplois de l'industrie suisse des microtechniques.

⁵ Selon les statistiques annuelles établies en 1995 par la Fédération de l'Industrie Horlogère Suisse.

⁶ Selon les statistiques annuelles établies en 1995 par la Fédération de l'Industrie Horlogère Suisse.

Certes, notre échantillon n'est pas significatif par rapport à la population des firmes suisses de microtechnique. Toutefois, cela ne limite pas l'intérêt de notre étude empirique, dans la mesure où nous ne procédons à aucune démonstration quantitative par rapport à la diffusion sectorielle de CIM. Seuls des résultats d'ordre qualitatif par rapport à l'influence de variables contextuelles nous intéressent.

Tableau 7.2: taille des entreprises de microtechnique de l'échantillon

Nombre d'employés	Echantillon	Population ⁷	Part de l'échantillon
1 à 99	5	1805	0.2%
100 à 499	3	578	0.5%
500 et plus	2	202	0.9%
Total	10	2585	0.5%

B. Critères de sélection des firmes interrogées

Trois critères de sélection ont été retenus:

- ☐ appartenance à un domaine d'activités de la production de montres mécaniques ou de la production d'éléments de type microtechnique,
- ☐ existence d'une démarche d'intégration des processus de production,
- ☐ localisation dans une zone de concentration de l'industrie de la montre mécanique ou de l'industrie des microtechniques (Annexe 2).

⁷ Selon le recensement des entreprises de l'Office fédéral de la statistique (1991).

Concernant les domaines d'activités des entreprises interrogées, l'échantillon recouvre la diversité des activités de l'industrie horlogère mécanique et de l'industrie des microtechniques (Tableau 7.3):

Tableau 7.3: domaines d'activités couverts par les entreprises interrogées

Domaines d'activités	Nombre de firmes
Montres mécaniques terminées	9
Production complète et commercialisation de montres	5
Commercialisation de montres	2
Etablissement de montres	2
Parties de montres mécaniques	6
Manufactures de mouvements	1
Assemblage de mouvements	1
Fabrication de pièces de mouvements	1
Fabrication de pièces d'habillage	3
Total horlogerie	15
Industria des microtechniques	
Automatisation et chaînes d'assemblage	1
Décolletage	2
Outils de précision	2
Appareils de lecture optique des données	1
Fabrication de microsystèmes électrons	1
Micromécanique	1
Appareils de mesure	1
Visserie	1
Total microtechniques	10

Le deuxième critère consiste à sélectionner des entreprises engagées dans une démarche d'intégration de production. A cet égard, ont été prises en compte les firmes engagées dans la mise en place de une ou plusieurs composantes de CIM, telles qu'elles sont présentées dans le chapitre 2 du présent ouvrage. La plupart des entreprises interrogées mettent ainsi en place un système d'information partiellement, voire totalement, intégré par ordinateur, une démarche d'assurance qualité avec leurs partenaires, de même que des procédures de travail favorisant la production en juste-à-temps. Certaines tendent à implanter des formes d'automatisation flexible des systèmes logistiques intégrés. L'identification proprement dite de firmes qui mettent en place des composantes de CIM s'est faite sur la base d'avis d'experts et à partir d'articles de presse (Cf. section 7.3.2).

Le troisième critère de sélection concerne la localisation géographique des entreprises. Il s'agissait de tenir compte de la forte concentration de l'industrie de la montre mécanique à Genève et dans l'Arc jurassien, entre la Vallée de Joux et Granges (Annexe 2). Les quinze entretiens effectués se distribuent de la façon suivante: trois à Genève, onze dans l'Arc jurassien et un en Suisse alémanique. L'industrie des microtechniques étant pour sa part fortement représentée dans des zones précises -l'Arc jurassien, Zoug et la région zurichoise- les dix entretiens ont eu lieu dans ces trois zones, à savoir huit dans l'Arc jurassien, un à Zoug et un dans la région zurichoise.

Précisons que les entreprises de notre échantillon ne sont pas les seules parmi la population de référence à satisfaire aux critères de sélection que nous avons retenus. En effet, plusieurs autres cas remplissant ces critères nous ont été mentionnés par les industriels interrogés au cours de notre enquête. Ces cas n'ont malheureusement pas pu être inclus dans nos recherches, par manque de temps à leur consacrer. Par ailleurs, il ne nous a pas été possible de connaître le nombre exact d'entreprises remplissant nos critères de sélection, car aucun recensement officiel n'est fait à propos de la démarche d'intégration de la production dans les entreprises horlogères et de microtechnique.

Sur la base de ces critères de choix retenus (secteur d'activités, démarche d'intégration de production, localisation), l'identification proprement dite des entreprises interrogées a été effectuée à partir de deux sources d'information.

7.3.2 Sources d'information pour l'identification des firmes de l'échantillon

Il n'existe, à l'heure actuelle, aucune statistique, aucun répertoire officiels sur les entreprises engagées dans une démarche d'intégration de la production. Le choix des firmes de l'échantillon s'est donc opéré grâce à des contacts personnels avec des experts industriels et par le biais de la presse.

Grâce à des activités de recherches entre 1991 et 1995⁸, nous avons établi des contacts personnels avec des industriels et des responsables de centres régionaux CIM⁹. Au moment de commencer l'enquête, nous avons repris contact avec ces responsables, afin qu'ils nous orientent vers des firmes correspondant à nos critères de sélection de l'échantillon. Sur la base des indications ainsi obtenues, nous avons, ensuite, contacté vingt firmes, dans le but de pouvoir aller les interroger sur leur expérience en matière de CIM. Douze d'entre elles ont répondu positivement à notre requête. A cet égard, il convient de noter que dans un domaine aussi confidentiel que CIM, le fait de disposer de références personnelles facilite l'accès aux entreprises. Par ailleurs, les premiers responsables rencontrés au cours de l'enquête ont volontiers aiguillé l'auteur vers des collègues d'autres sociétés. De cette manière, nous avons eu accès à huit entreprises supplémentaires.

Nous avons également exploité les articles de la presse quotidienne et de la presse industrielle spécialisée de Suisse présentant des entreprises horlogères et de microtechniques qui sont engagées dans des projets d'innovation de procédés. Nous avons ainsi identifié et contacté dix-huit cas correspondant à nos critères de sélection. Cinq d'entre eux ont répondu positivement à notre demande d'entretien. Il est intéressant de noter que, dans l'Arc jurassien, les

⁸ Ces recherches ont eu lieu dans le programme européen de recherche COST A4 consacré à la construction sociale de l'innovation, des technologies de l'information en particulier, mais aussi dans le cadre d'un mandat sur l'industrie suisse des microtechniques pour le compte du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (Programme National N° 28).

⁹ Il existe sept centres régionaux CIM en Suisse financés par les pouvoirs publics et dont le rôle consiste à diffuser CIM auprès des entreprises.

médias constituent une source importante d'information concernant le tissu industriel régional. En effet, la presse répercute régulièrement les innovations réalisées par les entreprises régionales.

7.4 Variables descriptives du contexte industriel

Les variables descriptives du contexte industriel constituent le fondement de nos hypothèses de recherche. Ce sont elles qui nous permettent de différencier des situations contextuelles types pour les entreprises de notre échantillon. Le choix des variables que nous retenons pour notre analyse empirique se fonde sur les chapitres 4, 5 et 6.

Il s'agit, ensuite, d'exploiter ces typologies de contextes pour expliquer l'adoption différenciée de CIM par les entreprises. Les variables contextuelles que nous utilisons dans notre enquête sont listées dans le tableau 7.4:

Tableau 7.4: variables clés du contexte industriel

- ☐ contraintes de marché,
 - ☐ mode d'organisation des activités de production,
 - ☐ relations entre les firmes au sein des systèmes de valeur,
 - ☐ relations entre utilisateurs et fournisseurs de technologie,
 - ☐ maillage informel entre responsables de firmes dans un milieu industriel,
 - ☐ acquis technique et social d'un milieu industriel,
-

7.5 Hypothèses de recherche

Le tableau 7.5 liste les hypothèses de recherche qui vont orienter notre étude empirique. Elles établissent une relation globale entre CIM ou certaines de ses composantes, d'une part, et un facteur d'influence contextuelle, d'autre part.

Tableau 7.5: hypothèses de recherche relatives à l'adoption de composantes CIM dans les firmes

	Libellé des hypothèses
H1	Les entreprises sélectionnent les composantes de CIM qui répondent aux contraintes de variabilité, de réactivité et de personnalisation que leur imposent leurs marchés.
H2	Le mode d'organisation des activités entre les entreprises détermine l'adoption des composantes d'intégration externe de la production.
H3	Le partenariat durable entre firmes favorise l'échange d'expériences sur CIM et la mise en compatibilité de composantes technologiques au sein du système de valeur.
H4	La coopération entre utilisateurs et fournisseurs de CIM contribue à la diffusion de composantes adaptées aux besoins des firmes.
H5	L'existence d'un milieu industriel dense et dynamique favorise l'échange d'expériences en matière de CIM entre les entreprises.
H6	La diffusion de CIM dans un milieu industriel dépend de sa compatibilité avec les valeurs traditionnelles de ce milieu.

7.6 Construction d'un guide d'entretien

Un guide d'entretien a été élaboré dans le but de pouvoir vérifier la validité des hypothèses de recherche qui viennent d'être formulées. Il figure en Annexe 3.

Ce guide d'entretien comporte quatre parties. On y trouve tout d'abord une série de questions d'ordre général concernant l'entreprise interrogée (statut juridique, nombre d'établissements, effectifs, types de qualifications du personnel, etc.).

La deuxième partie du guide d'entretien a pour objectif de dégager le **profil des entreprises en matière de CIM**. Pour ce faire, elle passe en revue les processus clés de production (conception, fabrication, gestion, ingénierie et logistique) susceptibles de faire l'objet de mesures d'intégration interne et/ou externe. Les mesures d'intégration visées ont trait à l'informatisation de la production, à l'assurance qualité, à l'organisation des activités et à la gestion de l'information.

Enfin, la quatrième se termine par la partie cruciale de notre enquête. Celle-ci vise à faire ressortir **l'état des variables contextuelles** que l'on soupçonne d'influencer les choix et l'attitude des entreprises en matière de CIM (Cf. section 7.4).

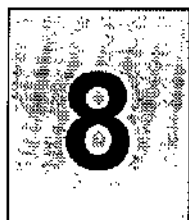
7.7 Modalités de déroulement des entretiens

Les entretiens ont été réalisés directement auprès des **responsables de direction** des entreprises sélectionnées. Ce choix est motivé par la taille restreinte de la plupart des entreprises de l'échantillon. En effet, dans le cas des PME, on peut raisonnablement admettre que le directeur possède une vision à la fois globale et suffisamment précise de la réalité de son entreprise pour fournir un témoignage d'enquête pertinent. Toutefois, en ce qui concerne les entreprises plus importantes, nous avons presque toujours eu l'opportunité de rencontrer plusieurs personnes, en principe des directeurs de départements, de façon à disposer d'une vue différenciée selon les exigences des activités. En effet, la complexité accrue des grandes firmes permet difficilement pour une unique personne, d'avoir une vision exacte de la réalité.

Nous avons également eu la chance de pouvoir visiter les sites de production à de nombreuses reprises, ce qui nous a non seulement permis d'apprécier en termes concrets les éléments discutés au cours des entretiens, mais aussi, lorsque cela était possible, d'enrichir son opinion en récoltant le témoignage de personnes directement confrontées à l'exploitation des composantes de CIM.

Le guide d'enquête utilisé a été testé et amélioré à l'aide de trois entretiens pilotes. Les questions posées aux personnes interrogées sont de type semi-directif laissant une large place aux commentaires personnels. Les entretiens ont été conduits de manière souple, sans obligatoirement respecter l'ordre des questions proposées par le guide d'enquête. La discussion a presque toujours commencé par une rapide présentation de notre travail, ainsi que par l'établissement d'une fiche signalétique de l'entreprise et/ou du service concernés. Cette démarche a l'avantage d'amener en douceur la personne interrogée dans la logique de l'entretien, sans lui laisser la désagréable impression de devoir répondre à un interrogatoire ou de se faire extorquer des informations.

Compte tenu de l'aspect stratégique et confidentiel de CIM, le but recherché consistait à établir un dialogue franc avec le praticien, et non pas à l'indisposer d'entrée par une approche trop rigide. La durée des entretiens (sans considérer les visites de sites de production) a oscillé entre une heure et quatre heures, avec une moyenne située autour des deux heures. Pour chacune des entreprises interrogées, les réponses obtenues ont fait l'objet d'une retranscription sous forme d'un procès-verbal.



Diffusion de CIM dans les firmes horlogères et de microtechnique

Ce chapitre présente l'état de diffusion des composantes de CIM dans les firmes de notre échantillon. Il révèle les options technologiques prises par les entreprises, sans toutefois les expliquer, afin de ne pas créer des redondances d'analyse avec les chapitres 9 et 10. Par ailleurs, cette démarche répond à un besoin de clarté de l'exposé. En isolant dans le présent chapitre les résultats concernant la diffusion des composantes de CIM dans les industries de la montre mécanique et des microtechniques, elle facilite les renvois ultérieurs à cet aspect purement descriptif de l'enquête.

Afin de fournir une base descriptive suffisante à propos de la diffusion de CIM dans les entreprises interrogées, trois optiques différentes sont proposées:

- ☐ le profil des firmes interrogées en matière de CIM,
- ☐ le taux de diffusion des différentes composantes de CIM,
- ☐ le degré d'intégration des entreprises interrogées.

8.1 Profil des firmes interrogées en matière de CIM

Les tableaux 8.1 et 8.2 décrivent le profil des firmes interrogées en matière de CIM en les regroupant selon leur type de production. Les références au profil technologique des entreprises sont facilitées, puisque ces tableaux:

- ☐ séparent l'industrie de la montre mécanique de celle des microtechniques,
- ☐ distinguent les entreprises, au sein d'une même industrie, selon leur domaine d'activités,
- ☐ classent les composantes de CIM selon leur portée interne ou externe à l'entreprise.

Précisons que ces tableaux totalisent, pour chaque firme, le nombre de composantes de CIM déjà mis en place ou en phase de mise en place. Ils cumulent également, pour chaque composante de CIM, le nombre d'entreprises qui l'ont adoptée.

Les tableaux 8.1 et 8.2 reprennent les composantes de CIM examinées dans le second chapitre de cet ouvrage et mettent en lumière les choix effectués par les entreprises dans ce domaine.

L'observation des tableaux 8.1 et 8.2 conduit d'emblée à s'interroger sur les importantes différences de diffusion de CIM dans les entreprises de notre échantillon. Certaines d'entre elles, comme les manufactures I et II, le fabricant de mouvements I ou le fabricant de pièces micromécaniques, ont un profil technologique très complet. En revanche, d'autres, à l'image des deux firmes-marques horlogères, se contentent d'une adoption très sélective de quelques composantes de CIM liées à la conception et à l'assurance qualité. Peut-on en déduire que les premières ont une meilleure démarche d'intégration de la production que les secondes? Certainement pas, car, dans le cas précis des firmes-marques, il leur est inutile de développer des composantes de CIM portant sur des activités de fabrication qu'elles confient à des fournisseurs externes. En vérité, leurs choix technologiques apparaissent même très cohérents avec leur stratégie de production fondée sur la maîtrise d'une spécialité: le design et la commercialisation de montres.

Par ailleurs, il faut se garder de juger le profil technologique d'une firme avant de savoir si elle ne forme pas de réseaux de production avec d'autres firmes indépendantes. En effet, lorsque tel est le cas, ces firmes se complètent comme si elles ne formaient qu'une seule entité de production. Autrement dit, en présence d'un réseau de firmes, le niveau d'intégration de la production pertinent pour l'analyse n'est pas celui de chaque firme prise individuellement, mais celui du

Tableau 8.1: adoption des composantes CIM dans les entreprises horticoles

Intégration Interne	Manufactures				Marques				Etablissage				Mouvements				Habillage				Etat de diffusion
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Intégration de la conception des produits																					
Reconception modulaire des produits	X	X	X	X	X	X				X			X	X	X	X					11
Equipes interdisciplinaires	X	X	X	X					X					X							8
Execution concurrente des tâches	X												X								2
Intégration de la CAO	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X	X	X	X	X	X		14
Intégration de la fabrication des produits																					
lots de fabrication	X	(X)																			2
Système SMED																					2
Méthode d'appel par l'aval														X				(X)			2
Assurance qualité	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X	X	X					13
Certification ISO 9000																		(X)			1
Gestion de la qualité totale (TQM)																					0
Intégration de la FAO	X	X											X	X	X	X	X	X	X		7
Equipement flexible de fabrication	X	X											X	X	X	X	X	X	X		8
Lignes d'assemblage automatisées									X					X		(X)					3
Intégration de la gestion																					
Intégration d'applications commerciales et de comptabilité (générale et analytique)	X	X	X	(X)	X	X			(X)				X	X	X	X	X	(X)			14
Intégration de la GPAO	X	X	X	X					X	X			X	X	X	X	X	X	X		12

X : mis en place
(X) : réalisation en-cours

Tableau 8.1: adoption des composantes CIM dans les entreprises horlogères (suite)

Intégration interne	Manufactures				Marques				Etablissage				Mouvements				Habillage				Etat de diffusion
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Intégration conception-fabrication																					
Intégration CAO-FAO	X	X		X					X				X								8
Ilôt de fabrication avec TGAO	(X)																				1
Intégration de l'IAO																					0
Ingénierie simultanée																					0
Intégration de la logistique des produits																					
Intégration GPAO-contrôle de production	(X)	(X)							X				X				X				6
Intégration FAO-contrôle de production																		X			1
Stock automatisé avec engins filo-guidés													X								1
Juste-à-temps interne													X								1
Intégration externe (avec d'autres firmes)																					
Assurance qualité fournisseurs																					14
Echanges de données électroniques EDI	X	X	X	X	X	X			X				X	X	X	X	X	X			3
Partage d'applications CAO						(X)															0
Partage d'applications GPAO				(X)																	2
Groupware avec Internet																			(X)	(X)	1
Nombre de composantes adoptées	14	12	7	9	6	4	4	9	11	16	8	4	11	9	6	8	135				

X : mis en place

(X) : réalisation en-cours ou envisagée

Tableau 8.2: adoption des composantes CIM dans les entreprises de microtechnique

Intégration interne	App. mesure	App. optique	Chaîne assem.	Micro-mécan.	Outil. préc. I II	Décol. I II	Micro-systèmes	Visserie	Etat de diffusion
Intégration de la conception des produits									
Reconception modulaire des produits	X	X		X			X		4
Equipes interdisciplinaires		X	X	X				X	4
Exécution concourante des tâches	X						X		2
Intégration de la CAO	X	X	X	X	X		X	X	7
Intégration de la fabrication des produits									
Ilots de fabrication			X	(X)					2
Système SMED				X					1
Méthode d'appel par l'aval				X			X	X	3
Assurance qualité	X	X	X		X	X	X	X	7
Certification ISO 9000	X	(X)			(X)	X	X	(X)	6
Gestion de la qualité totale (TQM)			X	(X)			X		2
Intégration de la FAO	X		X	X		X			4
Equipement flexible			X	X			X		3
Lignes d'assemblage automatisées	X			X			X		3
Intégration de la gestion									
Intégration d'applications commerciales et de comptabilité (générale et analytique)	X	X	X	X	X	(X)	X	X	10
Intégration de la GPAO	X	X	X	X	(X)	X	X	X	9

X : mis en place

(X) : réalisation en-cours

Tableau 8.2: adoption des composantes CIM dans les entreprises de microtechnique (suite)

Intégration interne	App. mesure	App. optique	Chaîne assem.	Micro-mécan.	Outil. préc.	Décol. I II I II	Micro-systèmes	Visserie	Etat de diffusion
Intégration conception-fabrication									
Intégration CAO-FAO	X			X			X		3
Ilôt de fabrication avec TGAO									0
Intégration de l'IAO		X		X					2
Ingénierie simultanée	X						X		2
Intégration de la logistique des produits									
Intégration GPAO-contrôle de production				X			X	X	3
Intégration FAO-contrôle de production									0
Stock automatisé avec engins filo-guidés								X	1
Juste-à-temps Interne	X			X				X	3
Intégration externe (avec d'autres firmes)									
Assurance qualité fournisseurs	X	X			X	X	X	X	6
Echanges de données électroniques (EDI)	X	X						X	3
Partage d'applications CAO	X	(X)					X	X	4
Partage d'applications GPAO	X	(X)						(X)	3
Groupware avec Internet								(X)	1
Nombre de composantes adoptées	15	12	5	16	6	6	15	16	98

X: mis en place

(X) : réalisation en-cours ou envisagée

réseau pris dans son ensemble. Chaque firme doit donc être analysée pour ce qu'elle apporte à l'intégration de la production du réseau. Ainsi, dans notre échantillon, la marque II, l'établissement I, les fabricants de mouvements II et IV, de même que les fournisseurs d'habillage I et III collaborent étroitement avec d'autres firmes à la production de montres mécaniques. Il en va de même pour le fabricant d'appareils de mesure avec le fournisseur d'outillage I et le fournisseurs de microsystèmes électroniques. Or, vu comme un tout, le profil de ces réseaux en matière de CIM apparaît alors fort complet.

On peut se demander pourquoi des entreprises qui n'appartiennent pas au même domaine d'activités, qui plus est dans deux industries différentes, ont un profil comparable en matière de CIM. Ce phénomène apparaît en comparant le profil technologique de l'établissement II, celui du fabricant d'appareils optiques et celui de l'entreprise d'ingénierie en visserie. Il n'existe pas de véritable logique sectorielle de diffusion de CIM. L'appartenance à un domaine d'activités n'explique pas forcément les choix technologiques des entreprises. Dès lors, il s'agit de vérifier si, comme nous en formulons l'hypothèse, les principaux facteurs explicatifs de l'adoption de CIM par les entreprises se trouvent dans leur contexte industriel.

8.2 Taux de diffusion des composantes de CIM

Les tableaux 8.3 (pour l'industrie de la montre mécanique) et 8.4 (pour l'industrie des microtechniques) classent les différentes composantes de CIM que nous avons retenues selon leur taux de diffusion dans les entreprises interrogées.

Dans l'industrie de la montre mécanique, on constate une nette différence de diffusion entre les six premières composantes de CIM dans le tableau 8.3, largement adoptées, et les dix-sept dernières, qui sont faiblement répandues. Entre les deux, on retrouve cinq composantes moyennement diffusées. Globalement, notre échantillon indique que le contexte de l'horlogerie mécanique favorise l'émergence de quelques parties spécifiques de CIM, telles que la CAO et les applications informatiques commerciales et comptables. Pour le moment, cette industrie ne se prête pas à une adoption massive de

Tableau 8.3: état de diffusion des composantes de CIM dans l'industrie de la montre mécanique

Composantes de CIM	Etat de diffusion	Taux de diffusion ¹
Intégration de la CAO	14	93%
Intégration d'applications commerciales et de comptabilité	14	93%
Assurance qualité Interne	13	87%
Assurance qualité des fournisseurs	13	87%
Intégration de la GPAO	12	80%
Reconception modulaire des produits	11	73%
Equipes Interdisciplinaires	8	53%
Equipement flexible de fabrication	8	53%
Intégration de la FAO	7	47%
Intégration CAO-FAO	6	40%
Intégration GPAO-contrôle de production	6	40%
Lignes d'assemblage automatisées	3	20%
Echanges de données électroniques EDI	3	20%
Partage d'applications GPAO	3	20%
Exécution concourante des tâches	2	13%
Ilots de fabrication	2	13%
Système SMED	2	13%
Méthode d'appel par l'aval	2	13%
Certification ISO 9000	1	7%
Ilot de fabrication avec TGAO	1	7%
Intégration FAO-contrôle de production	1	7%
Stock automatisé avec engins filo-guidés	1	7%
Juste-à-temps interne	1	7%
Groupware avec Internet et WWW3	1	7%
Gestion de la qualité totale (TQM)	0	0%
Intégration de l'IAO	0	0%
Ingénierie simultanée	0	0%
Partage d'applications CAO	0	0%

¹ Calculé par rapport aux quinze firmes de notre échantillon dans l'industrie horlogère.

Tableau 8.4: état de diffusion des composantes de CIM dans l'industrie des microtechniques

Composantes de CIM	Etat de diffusion	Taux de diffusion²
Intégration d'applications commerciales et de comptabilité	9	90%
Intégration de la GPAO	9	90%
Assurance qualité interne	8	80%
Intégration de la CAO	7	70%
Certification ISO 9000	6	60%
Assurance qualité des fournisseurs	6	60%
Reconception modulaire des produits	4	40%
Juste-à-temps interne	4	40%
Intégration GPAO-contrôle de production	4	40%
Intégration de la FAO	4	40%
Équipes interdisciplinaires	4	40%
Méthode d'appel par l'aval	3	30%
Lignes d'assemblage automatisées	3	30%
Intégration CAO-FAO	3	30%
Ilots de fabrication	3	30%
Exécution concurrente des tâches	3	30%
Équipement flexible de fabrication	3	30%
Partage d'applications CAO	2	20%
Intégration de l'IAO	2	20%
Ingénierie simultanée	2	20%
Groupware avec Internet et WWW3	2	20%
Gestion de la qualité totale (TQM)	2	20%
Echanges de données électroniques EDI	2	20%
Système SMED	1	10%
Stock automatisé avec engins filo-guidés	1	10%
Partage d'applications GPAO	1	10%
Intégration FAO-contrôle de production	0	0%
Ilot de fabrication avec TGAO	0	0%

² Calculé par rapport aux dix firmes de notre échantillon dans l'industrie des microtechniques.

solutions CIM globales. Les composantes de CIM les mieux diffusées dans l'horlogerie mécanique concernent l'intégration de la conception, l'intégration de la fabrication et l'assurance de la qualité, tant sur le plan interne aux entreprises que sur le plan externe, du point de vue des relations entre les fabricants-assembleurs de montres et les fournisseurs de composants.

En revanche, sur le plan interne, les équipements de production, d'assemblage et de stockage automatisés, les méthodes de production en juste-à-temps, la certification ISO 9000 et les composantes organisationnelles liées aux îlots de fabrication sont peu fréquentes, voire même absentes. Sur le plan externe, l'intégration informatique entre firmes n'est adoptée que par un nombre limité de firmes (établissement II, marques I et II et manufacture IV).

Dans notre échantillon issu de l'industrie des microtechniques, seules trois composantes sont largement diffusées dans les entreprises. Il s'agit de la CAO, des applications informatiques commerciales et comptables intégrées et de la GPAO, qui sont aussi parmi les composantes les mieux diffusées dans l'horlogerie. Huit autres composantes sont moyennement répandues, parmi lesquelles la certification ISO 9000 et les méthodes de production en juste-à-temps qui ne sont pas du tout adoptées par les firmes horlogères. Par ailleurs, les entreprises de microtechnique, à l'inverse des firmes horlogères, adoptent plus volontiers des lignes d'assemblage automatisées que des équipements flexibles de fabrication. Les composantes les moins répandues concernent l'intégration des processus de production entre firmes, la gestion de la qualité totale et quelques techniques très spécifiques, telles que les stocks automatisés et l'intégration informatique de l'ingénierie grâce à l'IAO et à la TGAO.

Selon notre enquête, il existe ainsi une similitude marquée entre les préférences technologiques de l'horlogerie mécanique et celles de l'industrie des microtechniques. Ces choix ne sont pas le fruit du hasard. Nous supposons qu'au niveau sectoriel, la stratégie de différenciation des montres mécaniques et des systèmes microtechniques incite les entreprises à se doter de moyens intégrés de conception et de fabrication. Nous supposons aussi que la variabilité et la taille restreinte des séries de pièces à fabriquer poussent les firmes de notre échantillon à se doter d'équipements flexibles de fabrication plutôt que de lignes de production automatisées. Nous avançons, par ailleurs, l'hypothèse que les

moyens techniques d'intégration des processus de production entre firmes sont peu diffusés en raison de la proximité géographique et sociale qui caractérise le milieu industriel de l'horlogerie et, dans une moindre mesure, celui des microtechniques.

Toutefois, de telles hypothèses de recherche ne peuvent être vérifiées à l'échelle sectorielle sans simplifier la réalité. Dès lors, il faut pouvoir tenir compte de la situation contextuelle différenciée des entreprises, comme nous le ferons dans les deux chapitres suivants à l'aide de typologies que nous mettrons en rapport avec la diffusion de CIM.

8.3 Degré d'intégration des firmes interrogées

Les tableaux 8.5 et 8.6 montrent comment se diffusent les vingt-huit composantes de notre concept CIM au sein de chaque entreprise. L'idée est de faire ressortir une **classification de firmes selon leur degré d'intégration de la production**. Toutefois, il nous semble opportun de dissocier le degré d'intégration interne du degré d'intégration externe, dans la mesure où les entreprises tendent à privilégier l'une ou l'autre, selon leur niveau de dépendance vis à vis de partenaires extérieurs. En effet, une entreprise qui réalise à l'intérieur l'ensemble des activités liées à un bien n'a pas grande utilité à l'intégration externe des processus de production. A l'inverse, on peut supposer qu'une firme qui dépend largement d'un réseau de production ne se préoccupe pas en priorité d'intégration interne et mise davantage sur l'intégration externe, afin de coordonner au mieux ses activités avec ses partenaires. Cette hypothèse nous paraît importante et elle sera vérifiée dans le chapitre 9 du présent ouvrage.

Concernant l'industrie de la montre mécanique, l'intégration interne de la production convient particulièrement aux manufactures et aux fabricants de mouvements qui sont verticalement intégrés et réalisent l'ensemble des opérations nécessaires à leurs produits finis. Les marques, les établissements et les manufactures horizontalement intégrés, en revanche, n'adoptent que des composantes spécifiques de CIM. Il s'agira de vérifier dans le chapitre 9 si ce décalage technologique marqué entre les firmes verticalement intégrées et les autres est dû, comme nous le supposons, au fait que les premières ont une maîtrise complète de la chaîne de valeur des montres

Tableau 8.5: niveau d'intégration dans les entreprises horlogères

Firmes interrogées	Etat de diffusion de CIM ³	Niveau d'intégration ⁴
Intégration interne des processus		
Fabricant de (pièces de) mouvements I	15	65%
Manufacture I	13	57%
Manufacture II	11	38%
Fabricant de (pièces de) mouvements IV	10	36%
Etablissement I	8	29%
Fabricant de pièces d'habillage III	8	29%
Fabricant de pièces d'habillage I	8	29%
Fabricant de (pièces de) mouvements II	8	29%
Manufacture IV	7	25%
Etablissement II	6	21%
Manufacture III	6	21%
Fabricant de pièces d'habillage II	5	18%
Marque I	4	14%
Marque II	3	11%
Fabricant de (pièces de) mouvements III	3	11%
Intégration externe des processus		
Etablissement II	5	100%
Manufacture IV	2	40%
Marque I	2	40%
Marque II	2	40%
Etablissement I	1	20%
Fabricant de (pièces de) mouvements I	1	20%
Fabricant de (pièces de) mouvements II	1	20%
Fabricant de (pièces de) mouvements III	1	20%
Fabricant de (pièces de) mouvements IV	1	20%
Fabricant de pièces d'habillage I	1	20%
Fabricant de pièces d'habillage II	1	20%
Manufacture II	1	20%
Manufacture III	1	20%
Manufacture I	1	20%
Fabricant de pièces d'habillage III	0	0%

³ Nombre total de composantes de CIM.

⁴ Calculé par rapport à vingt-trois composantes pour l'intégration internes et par rapport à cinq composantes pour l'intégration externe.

Tableau 8.6: niveau d'intégration dans les entreprises de microtechnique

Firmes interrogées	Etat de diffusion de CIM ⁵	Niveau d'intégration ⁶
Intégration interne des processus		
Fabricant de micromécanique	16	61%
Entreprise d'ingénierie en visserie	11	39%
Fabricant d'appareils de mesure	11	39%
Fabricant de microsystèmes	11	39%
Fabricant d'appareils optiques	10	36%
Fabricant de chaînes d'assemblage	8	29%
Entreprise de décolletage I	4	14%
Fabricant d'outillage de précision I	3	11%
Entreprise de décolletage II	3	11%
Fabricant d'outillage de précision II	1	4%
Intégration externe des processus		
Entreprise d'ingénierie en visserie	4	30%
Fabricant d'appareils optiques	4	30%
Fabricant d'appareils de mesure	3	60%
Entreprise de décolletage I	1	20%
Fabricant d'outillage de précision I	1	20%
Fabricant de microsystèmes	1	20%
Entreprise de décolletage II	0	0%
Fabricant d'outillage de précision II	0	0%
Fabricant de chaînes d'assemblage	0	0%
Fabricant de micromécanique	0	0%

⁵ Nombre total de composantes de CIM.

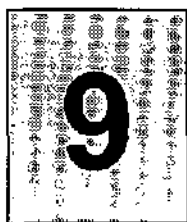
⁶ Calculé par rapport aux dix firmes de notre échantillon dans l'industrie des microtechniques.

mécaniques, alors que les secondes se spécialisent dans la maîtrise de quelques activités et dépendent largement de partenaires extérieurs.

Dans l'industrie des microtechniques, on observe une différence très nette face à l'adoption des composantes internes de CIM entre les entreprises qui réalisent un produit fini combinant plusieurs technologies¹ et celles qui fournissent de l'outillage ou un savoir-faire de décolletage. L'intégration des données de production et des connaissances est fondamentale dans le cas de produits constitués de nombreux composants complexes et hétérogènes dont l'assemblage est très délicat, alors qu'elle s'avère moins déterminante dans le cas de productions de type mécanique centrées sur un savoir-faire spécifique d'usinage.

Au niveau de l'intégration externe de la production, trois entreprises (fabricant d'appareils optiques, fabricant d'appareils de mesure et entreprise de visserie) accordent une très grande importance aux nouvelles techniques de communication électronique avec leurs partenaires commerciaux et de production. Les sept autres firmes de l'industrie des microtechniques, en revanche, ne sont pas intéressées à mettre en place ces techniques de communication. Ces observations nous amènent à vérifier dans quelle mesure le contexte de marché et de production de ces firmes est à l'origine de leurs choix technologiques.

¹ Les technologies combinées sont le plus souvent la micro-électronique, l'optique et la micromécanique.



Marchés, organisation des activités et adoption de CIM par les firmes:

Le cas de l'industrie de la montre mécanique et des microtechniques

L'objet du présent chapitre est de mettre en évidence l'influence des marchés et de l'organisation des activités de production sur l'adoption de CIM par les entreprises. Pour ce faire, il s'agit de vérifier la validité des hypothèses de recherche H1 et H2 (Cf. chapitre 7) à partir des observations faites dans les firmes de notre échantillon.

Pratiquement, cette vérification se déroule selon la logique suivante: on établit tout d'abord une typologie d'entreprises pour chaque variable contextuelle considérée. Ensuite, on cherche à expliquer en quoi le contexte particulier de chaque groupe de firmes joue un rôle dans leurs choix en matière de CIM. Nous analysons successivement l'influence des deux variables contextuelles suivantes:

- ☐ les contraintes de marché,
- ☐ le mode d'organisation des activités entre entreprises.

9.1 Contraintes de l'environnement de marché

Dans cette section, il s'agit de vérifier l'hypothèse suivante:

H1	Les entreprises sélectionnent les composantes de CIM qui répondent aux contraintes de variabilité, de réactivité et de parsonnalisation que leur imposent leurs marchés.
----	--

Les contraintes de l'environnement de marché d'une entreprise se définissent comme étant les exigences qu'il faut remplir pour demeurer concurrentiel dans un segment de marché donné. Ces contraintes s'expriment en termes de:

- ☐ variété de production,
- ☐ qualité de production,
- ☐ prix de vente,
- ☐ volume de production,
- ☐ délai de livraison.

A partir de ces cinq variables, la clientèle et la concurrence exercent une pression plus ou moins forte sur l'entreprise. La nature et l'intensité de ces pressions ne sont pas les mêmes pour toutes les firmes d'un secteur industriel donné. Elles diffèrent notamment en fonction du positionnement stratégique de l'entreprise, de l'intensité de la concurrence et du cycle de vie des produits.

Pressées par leur environnement de marché, les entreprises sont donc amenées à rechercher tous les moyens, en particulier ceux fournis par la technologie, nécessaires à satisfaire aux exigences spécifiques de leurs marchés et, si possible, à s'approprier un avantage compétitif dont ne dispose pas encore la concurrence. C'est dans cette optique qu'elles adoptent CIM.

L'influence de la demande et de la concurrence sur les choix stratégiques de l'entreprise, sur ses options technologiques en particulier est un phénomène connu, mais qui mérite d'être démontré dans le cas de CIM. Pour ce faire, il convient d'identifier les différentes combinaisons technologiques que peut engendrer l'environnement de marché au sein des firmes. Sachant que les composantes de CIM portent chacune sur un aspect particulier de la maîtrise de la variété, de la qualité, du volume, des coûts et des délais, notre intention est de montrer que les entreprises n'adoptent pas CIM dans son ensemble, mais qu'elles en sélectionnent les composantes qui répondent le mieux aux contraintes de leur environnement de marché.

9.1.1 Typologie de firmes par rapport aux contraintes de l'environnement de marché

Il est difficile d'établir une typologie de firmes à partir de leurs contraintes en termes absolus de prix, de qualité, de délai, de variété et de volume. En revanche, il est possible de présenter la situation des firmes interrogées de manière plus générique, en les classant par rapport à:

- ☐ la **variabilité** des commandes, qui les oblige à travailler sur la base de petites séries changeantes,
- ☐ la **réactivité**, qui les force à réagir très vite à l'imprévu,
- ☐ la **personnalisation**, qui indique le degré de variété qu'elles acceptent de produire. La personnalisation se mesure à partir du rapport entre le volume et la variété de production.

Sur la base de ces trois critères, le tableau 9.1 fait ainsi ressortir deux types d'entreprises dont les contraintes de l'environnement de marché diffèrent. La figure 9.1 positionne ces deux types de firmes par rapport à d'autres types, sujets à des contraintes de marché différentes, que nous n'avons pas rencontrés dans notre enquête.

Il importe de préciser qu'une seule et même entreprise peut faire partie de deux groupes différents, dès lors qu'elle réalise plusieurs types de produits qui n'obéissent pas à la même logique de marché. Par exemple, la manufacture III fabrique à la fois des mouvements de montres en petites et moyennes séries, pour lesquelles il existe une contrainte de réactivité et des pièces uniques, sur mesure, pour lesquelles cette contrainte est absente. Le fabricant d'appareils optiques, l'entreprise de micromécanique et le producteur de microsystèmes appartiennent aussi aux deux catégories. Le fabricant de pièces d'habillage III réalise à la fois des pièces de haut de gamme, où la contrainte de personnalisation domine, et des pièces de bas de gamme, pour lesquelles les contraintes de variabilité et de réactivité sont très fortes.

Par conséquent, classer ce genre de firmes dans une seule catégorie conduirait à une simplification de leurs contraintes de marché, ce qui fausserait ensuite l'interprétation de leurs choix en

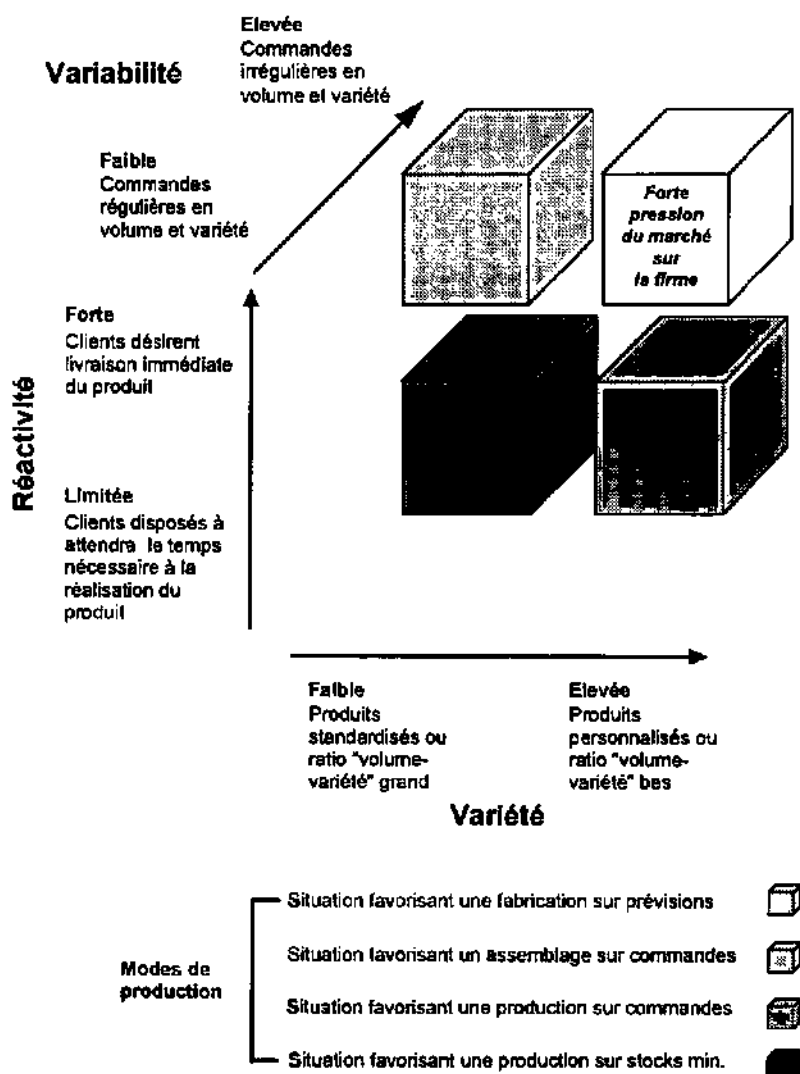
Tableau 9.1: contraintes de l'environnement de marché

Firmes interrogées	Industrie	Variabilité		Réactivité		Personnalisation	
		faible	forte	faible	forte	faible	forte
Fabrication sur prévisions de ventes et assemblage sur commandes							
Entreprise d'ingénierie en visserie	Microtechniques		X		X		X
Fabricant d'appareils de mesure	Microtechniques		X		X		X
Fabricant d'appareils optiques	Microtechniques		X		X		X
Fabricant d'outillage de précision I	Microtechniques		X		X		X
Fabricant de micromécanique	Microtechniques		X		X		X
Fabricant de microsystemes	Microtechniques		X		X		X
Fabricant de mouvements I	Horlogerie		X		X		X
Fabricant de mouvements II	Horlogerie		X		X		X
Fabricant de mouvements III	Horlogerie		X		X		X
Fabricant de mouvements IV	Horlogerie		X		X		X
Fabricant de pièces d'habillage I	Horlogerie		X		X		X
Fabricant de pièces d'habillage II	Horlogerie		X		X		X
Fabricant de pièces d'habillage III	Horlogerie		X		X		X
Etablisneur I	Horlogerie		X		X	X	
Etablisneur II	Horlogerie		X		X	X	
Marque I	Horlogerie		X		X	X	
Marque II	Horlogerie		X		X	X	

Tableau 9.1: contraintes de l'environnement de marché (suite)

Firmaa interrogées	Industria	Variabilité		Réactivité		Personnallisation	
		faible	forte	faible	forte	faible	forte
Production sur commandes							
Entreprise de décolletage I	Microtechniques	X		X			X
Fabricant de chaînes d'assemblage	Microtechniques	X		X			X
Fabricant de microsystemes	Microtechniques	X		X			X
Entreprise de décolletage II	Microtechniques	X		X			X
Fabricant d'appareils optiques	Microtechniques	X		X			X
Fabricant d'outillage de précision II	Microtechniques	X		X			X
Fabricant de micromécanique	Microtechniques	X		X			X
Manufacture I	Horlogerie	X		X			X
Manufacture II	Horlogerie	X		X			X
Manufacture III	Horlogerie	X		X			X
Manufacture IV	Horlogerie	X		X			X
Fabricant de mouvements II	Horlogerie	X		X			X
Marque I	Horlogerie	X		X			X
Fabricant de pièces d'habillage III	Horlogerie	X		X			X

Figure 9.1: contraintes de marché des firmes interrogées



matière de CIM. Afin de faciliter la lecture du tableau 9.1, nous avons mis en italique les firmes qui appartiennent aux deux catégories.

A. Firmes fabriquant sur prévisions de ventes et assemblant sur commandes

En analysant le cas des entreprises de ce groupe, nous avons découvert un contexte de marché exigeant et évolutif auquel un nombre croissant de firmes est désormais soumis en raison de la globalisation des échanges.

En premier lieu, la demande est très variable. Le volume et la variété des séries commandées n'est pas prévisible à plus de quelques semaines et les clients n'hésitent pas à demander la modification et même parfois l'arrêt temporaire des commandes en cours de réalisation. Il n'est pas rare non plus que le volume et les spécifications des séries commandées ne soient donnés qu'au dernier moment par les clients, en raison de l'incertitude de leurs propres marchés.

Ensuite, les délais de livraison exigés par les clients sont de plus en plus courts. Cette situation exige de la part des entreprises une capacité de réaction importante, sous peine de perdre des affaires. Cela est particulièrement vrai pour les fabricants de mouvements et d'habillage, de même que pour le fabricant de micromécanique et le producteur de microsystèmes qui livrent des composants destinés à être assemblés dans des produits finaux. La raison en est que les clients ont le choix entre plusieurs sources d'approvisionnement équivalentes, y compris dans certains cas des sources internes (cas des manufactures I, II et IV et du fabricant de mouvements I qui produisent une partie des composants qu'elles achètent à l'extérieur). Dès lors, les clients peuvent se montrer plus exigeants envers leurs fournisseurs, sans risquer pour autant de perdre une source unique d'approvisionnement stratégique.

Enfin, en plus de passer des commandes variables dans des délais courts, le client exige de plus en plus des produits sur mesure. Ces conditions drastiques sont le reflet de marché très concurrentiels et à caractère mondialisé où le client dispose simultanément de plusieurs possibilités équivalentes d'approvisionnement.

Le cycle de vie des produits est très court, car:

- ☐ les technologies incorporées dans les produits évoluent constamment,
- ☐ les applications des produits et les services qui leur sont associés évoluent en permanence, du fait de l'apparition régulière de nouveaux entrants sur le marché.

Pour gérer la forte variabilité de la demande, les entreprises de ce type sont contraintes d'adopter un double positionnement stratégique:

- ☐ stratégie de différenciation des produits finis,
- ☐ stratégie de maîtrise des coûts pour les composants des produits finis.

Cette contrainte stratégique pousse les firmes à rechercher des économies de variétés pour les produits finis et des économies d'échelle pour les composants. Or, il est difficile d'obtenir ces deux types d'économie en exploitant un seul et même appareil de production. Pour y parvenir, ces entreprises recourent donc largement à l'externalisation (outsourcing) d'activités de production, en exploitant pleinement les capacités de rationalisation et d'innovation de fournisseurs externes spécialisés. Elles ne conservent à l'interne que les activités qu'elles maîtrisent parfaitement et qu'elles jugent primordiales pour la création de valeur dans leurs segments de marché.

B. Firmes produisant sur commandes

Les contraintes de marché auxquelles font face les entreprises de cette catégorie génèrent avant tout un besoin très variable de personnalisation des produits. L'entreprise ne peut pas prévoir ce qui va lui être commandé. Toutefois, elle peut se permettre de réagir à la commande, plutôt que de l'anticiper, car ses clients sont disposés à attendre le temps nécessaire à la réalisation d'un produit sur mesure.

Dans ces conditions, il n'est donc pas surprenant de retrouver dans ce groupe de firmes toutes les manufactures horlogères de notre

échantillon, car une partie de leur production correspond à des commandes de pièces uniques ou en petites séries à très forte valeur ajoutée.

Les sept entreprises de microtechnique produisant sur commandes sont également positionnées dans des niches de marché exigeants la confection d'appareils et de composants très spécifiques, même si, dans leur cas, les délais sont plus serrés que dans l'horlogerie, en raison de l'obsolescence rapide de certaines technologies intégrées dans les produits.

9.1.2 Influence des contraintes de l'environnement de marché sur la diffusion de CIM

L'influence des contraintes de production sur le choix des composantes de CIM est multiple. En fait, la variabilité, la réactivité et la personnalisation constituent des exigences de nature très différente auxquelles l'intégration informatique, l'organisation, l'automatisation et les méthodes de gestion apportent des réponses en se combinant de diverses manières. Notre enquête nous a tout d'abord permis de voir ce que la variabilité, la réactivité et la personnalisation impliquent en matière d'intégration de la production.

Ainsi, une forte variabilité suppose une capacité à fabriquer, monter, gérer et conditionner des séries de pièces à produire en petits lots. Cela incite d'abord la firme à concevoir un produit à base modulaire, puis à recourir aux équipements de production flexible. C'est ce qu'ont fait le fabricant de micromécanique, le fabricant d'appareils de mesure, le fabricant d'appareils optiques et les fabricants de mouvements II et IV.

La variabilité pousse le fabricant d'appareils de mesure à utiliser des systèmes de CAO, de FAO et de GPAO intégrés, qui permettent une circulation de l'information aussi complète et aussi instantanée que possible entre la conception, la fabrication et la gestion des flux, de façon à assumer au mieux tous les changements à court terme que les clients lui imposent. Cela lui permet en particulier d'optimiser le développement et la fabrication de prototypes pour de nouveaux produits.

Une forte réactivité suppose la capacité à réagir immédiatement aux requêtes des clients, dès qu'une demande est formulée. Il s'agit de concevoir, développer et fabriquer de nouvelles variantes de produits dans les meilleurs délais possibles. Au niveau interne, toutes les firmes de ce groupe ont fait un gros effort d'assurance qualité, afin de minimiser les ruptures de charges et de fluidifier les processus. Dans la lignée de l'assurance qualité, plusieurs firmes ont également revu leur organisation de production et implanté des systèmes de GPAO. En revanche, rares sont celles qui ont développé des systèmes d'appel par l'aval et des flux en juste-à-temps. D'après certains responsables, ces systèmes de travail en flux tendus s'accommodent mal d'une forte variabilité pour de petites séries dont les spécifications changent encore beaucoup en cours de fabrication.

Si l'on excepte des productions exclusives, la forte personnalisation implique le recours aux techniques d'intégration de la conception et de la fabrication, de même qu'une conception modulaire du produit, de façon à pouvoir automatiser la fabrication et à en simplifier le montage en petites séries différenciées.

Examinons maintenant plus en détail les choix particuliers de nos deux groupes de firmes.

A. CIM dans les entreprises assemblant sur commandes et fabriquant sur prévisions de ventes

Les quinze cas que nous avons identifiés montrent que l'assemblage sur commandes, assorti d'une fabrication sur prévisions de ventes est possible dès lors que le produit repose sur une conception modulaire et que la demande globale de composants de base à combiner en produits finis est prévisible avec un risque d'erreur tolérable.

Le profil CIM de ces entreprises est dominé par la présence de trois types de composants destinés à faciliter le renouvellement régulier et la personnalisation des produits:

- ☐ système évolué de CAO,
- ☐ équipes de développement interdisciplinaires,
- ☐ standardisation des composants et reconception modulaire des produits.

Le tableau 8.1 (Cf. chapitre 8) montre que les fabricants de mouvements II et IV et les fabricants d'habillage I et II investissent dans des technologies flexibles de conception et de fabrication et dans des systèmes intégrés de gestion de la production. Ce genre de firmes supporte une grande partie de l'effort de flexibilité de la filière horlogère, mais la pression de la concurrence les y oblige.

La manufacture de mouvements II, qui conçoit, fabrique, assemble et commercialise des mouvements comporte la particularité de s'intéresser à la méthode SMED, qui lui permettrait de réduire le temps de cycle de la fabrication de mouvements. Son intérêt pour SMED provient du fait que l'entreprise vit d'une large clientèle issue du haut de gamme pour laquelle elle doit produire de petites séries variables, impliquant de fréquents changements d'outils dont la durée excède bien souvent le temps d'usinage des pièces.

Dans le moyen et surtout le haut de gamme horloger, les firmes les plus souples dans la production de petites séries, les plus ouvertes aux systèmes de CAO et de FAO des clients l'emportent. Ceci explique qu'on trouve chez l'établissement I des équipements de production tels que des lignes d'assemblage semi-automatisées ou quelques machines à CNC connectées à des stations de CAO, voire à des applications de FAO. Ces équipements sont respectivement destinés à rationaliser l'assemblage des pièces et à faciliter la fabrication dans de très brefs délais (quelques jours) de prototypes de montres en collaboration avec les clients. C'est aussi pour cette raison que le fabricant de mouvements IV s'est doté d'une série de machines flexibles directement reliées au système informatisé de conception et de fabrication.

Dans le bas de gamme, ce sont les entreprises les plus automatisées qui subsistent, car les prix imposés par la concurrence des pays à bas salaires limitent l'emploi de main-d'œuvre. Le fabricant de mouvements IV possède une chaîne de fabrication et d'assemblage automatisée pour les platines et les ponts. Dans les microtechniques, le fabricant de micromécanique et le fabricant de microsystèmes ont installé d'impressionnants équipements automatisés de production et de montage, assorti d'un contrôle informatisé en temps réel de la production.

En dépit d'une flexibilité interne indéniable, une majorité de ces dix-sept firmes connaissent encore parfois de sérieux problèmes

de délais de livraison. Du point de vue de la planification de la production, elles sont pénalisées par l'atomisation de leur filière de production. Avant de leur parvenir, les commandes du marché final remontent lentement une à une les étapes de production depuis les distributeurs, en transitant par les marques et les établissements. Bon nombre d'entreprises sont ainsi condamnées à produire selon des prévisions de ventes plus ou moins fiables établies par leurs clients directs, eux-mêmes dépendants des prévisions de leurs propres clients.

B. CIM dans les entreprises produisant sur commandes

Pour les firmes de cette catégorie la pression de la variabilité et de la personnalisation sont comparables à celles des firmes assemblant sur commandes et produisant sur prévisions de ventes. Toutefois, elles n'ont pas de pression forte concernant les délais de production et de livraison, puisque le client est disposé à attendre le temps nécessaire à la personnalisation des pièces qu'il commande.

De ce fait, leur profil en matière de CIM comporte des caractéristiques similaires à celui des firmes du premier groupe de notre typologie quant aux mesures prises pour assumer la variabilité et la personnalisation. Ainsi, parmi les quatorze firmes de ce groupe, la plupart possède des moyens modernes et relativement intégrés de conception des nouveaux produits. Ceux-ci permettent d'assurer des développements de produits modulaires dans des délais compatibles avec l'évolution des marchés et, donc, de poursuivre une stratégie commerciale fondée sur une forte différenciation avec des produits de haute qualité. Toutefois, la standardisation des composants et reconception modulaire des produits sont moins diffusés que dans les entreprises qui, en plus de la variabilité et de la personnalisation, doivent faire preuve de réactivité, comme le montre le tableau 8.1 (Cf. chapitre 8).

Considérons le cas des manufacturiers I, II, III et IV, dont les produits finis de très haut de gamme sont très personnalisés et pas du tout assujettis à la contrainte de temps. Du point de vue de l'intégration interne des processus -quelles privilégient- ces firmes accordent une grande importance à l'intégration des connaissances en phase de conception, parce que la mise au point de nouveaux modèles exige la prise en compte de toute une série de contraintes, notamment liées à

l'adéquation parfaite des calibres, des fonctions et des attributs d'habillage. Ces contraintes portent sur la fabrication et la disposition des composants essentiels de la montre (mouvements, boîtes, cadrans et aiguilles). Elles font donc appel à des connaissances très diverses détenues par plusieurs personnes, raison pour laquelle, dans ces firmes, le travail en équipes interdisciplinaires est fréquent lors de la mise au point d'une nouvelle ligne de montres.

Au niveau de l'intégration de la gestion, les firmes visitées sont bien équipées en logiciels commerciaux et de gestion de production, soit parce qu'elles recourent à des solutions standards adaptables à leurs besoins, soit parce qu'elles emploient des gestionnaires capables de mettre au point des applications sur mesure. La manufacture III est en train de mettre en place un système d'information pour la gestion du service après-vente. Ce système permettra à l'entreprise d'obtenir rapidement de ses détaillants des informations explicites, comparables entre elles et surtout synthétisables (sous forme de statistiques, par exemple) sur les dysfonctionnements des montres -variables selon les zones géographiques¹-et sur les réparations. L'intégration du service après-vente dans le système général d'information des firmes restant fort peu répandue, il serait intéressant de comparer les performances des pionniers dans ce domaine avec les partisans du système traditionnel.

9.2 Besoin de coordination des activités de production avec des partenaires externes

CIM vise à intégrer les processus de production dans les entreprises, mais aussi de plus en plus entre elles. La raison en est qu'une partie croissante des activités industrielles n'est plus le fait de firmes isolées, capables de tout faire seules, mais bien le fait de véritables réseaux de production composés de plusieurs firmes autonomes, spécialisées et complémentaires.

Dans ce contexte d'interdépendances économiques, il se crée également une interdépendance technologique entre partenaires industriels. En effet, à l'échelle de réseaux de production, la mise en

¹ Les métaux des boîtes et bracelets, par exemple, sont davantage sujets à la corrosion par la sueur sous des climats chauds et humides que sous des latitudes tempérées.

place de systèmes informatiques intégrés, de procédures d'assurance de qualité ou de principes de gestion des flux en juste-à-temps - éléments clés de CIM - ne peut se réaliser sans l'harmonisation des composantes technologiques de chacun. Les ordinateurs et logiciels doivent être compatibles d'une firme à l'autre, les principes d'organisation et de travail de chacun ne doivent pas entrer en contradiction avec ceux des autres, sinon l'efficacité recherchée au niveau d'ensemble n'est qu'en partie, voire même pas du tout atteinte. Toute action individuelle et non concertée en matière de CIM risque donc fortement de ne pas avoir d'autres effets positifs qu'une amélioration des performances locales de chacun, sans améliorer les performances collectives, incorporées dans le produit fini destiné aux marchés finaux. Cette dernière observation s'applique aussi bien à l'organisation interne de l'entreprise qu'à ses relations avec des agents externes.

Partant de cette observation, la présente section cherche à vérifier l'hypothèse suivante:

H2	Le mode d'organisation des activités entre les entreprises détermine l'adoption des composantes d'intégration externe de la production.
----	---

Le besoin de coordination des activités de production entre firmes apparaît dès le moment où la réalisation d'un produit ou d'un service nécessite la combinaison des compétences de plusieurs entités autonomes et complémentaires. Il est donc intimement lié au mode d'organisation des activités de production.

9.2.1 Typologies d'organisations de production

Les firmes de notre échantillon ne fonctionnent pas toutes selon le même mode d'organisation de production. On distingue ainsi trois groupes:

- ☐ les entreprises verticalement intégrées,
- ☐ les entreprises formant un réseau stratégique,
- ☐ les entreprises appartenant un réseau régional,

Le tableau 9.2 classe les entreprises selon leur mode d'organisation des activités de production. On observe que les entreprises interrogées se répartissent de manière équitable entre les modes d'organisation par intégration verticale, par réseaux stratégiques et par réseaux régionaux.

A. Entreprises verticalement Intégrées

Dans notre échantillon, nous avons identifié sept entreprises verticalement intégrées:

Dans l'horlogerie:

- ☐ les manufactures I et II,
- ☐ le fabricant de mouvements I.

Dans les microtechniques:

- ☐ les fabricants d'outillage I et II,
- ☐ le fabricant de micromécanique,
- ☐ le fabricant de microsystèmes.

Ces sept firmes ont la particularité de réaliser elles-mêmes l'ensemble des activités nécessaires à la confection et à commercialisation des produits terminés destinés aux marchés finaux. En d'autres termes, l'intégration verticale peut être assimilée à la maîtrise complète par l'entreprise de la chaîne de valeur liée à un bien. Les manufactures de montres I et II réalisent les activités les plus variées et les plus complètes, puisqu'elles sont techniquement en mesure de produire l'intégralité de leurs montres, hormis quelques composants très spécifiques tels que les spiraux.

Par le passé, l'intégration verticale a constitué le modèle d'organisation dominant. Toutefois, dans le monde industriel d'aujourd'hui, les entreprises verticalement intégrées sont de plus en plus rares. En effet, pour des motifs que nous ne développerons pas ici, elles ne restent efficaces que sous certaines conditions économiques particulières là où il existe:

Tableau 9.2: mode d'organisation de production des firmes interrogées

Firmes interrogées	Mode d'organisation de production
Fabricant d'outillage de précision I	Intégration verticale
Fabricant d'outillage de précision II	
Fabricant de mouvements I	
Fabricant de micromécanique	
Manufacture I	
Manufacture II	
Etablissement I	Réseaux stratégiques, firmes-pivot
Etablissement II	
Entreprise d'ingénierie en visserie	
Fabricant d'appareils optiques	
Fabricant d'appareils de mesure	
Fabricant de microsystèmes	
Marque I	
Marque II	
Fabricant de mouvements III	Réseaux stratégiques, firmes-partenaires
Fabricant de pièces d'habillage I	
Entreprise de décolletage I	Réseaux régionaux
Entreprise de décolletage II	
Fabricant de chaînes d'assemblage	
Fabricant de mouvements II	
Fabricant de mouvements IV	
Fabricant de pièces d'habillage II	
Fabricant de pièces d'habillage III	
Manufacture III	
Manufacture IV	

- ☐ un risque de perdre un avantage concurrentiel (cession d'un savoir-faire spécifique, par exemple) en confiant certaines activités à l'extérieur,
- ☐ un coût prohibitif de coordination des activités confiées à l'extérieur,
- ☐ une indissociabilité technologique des processus de production,
- ☐ un risque de dépendance exagérée envers des fournisseurs pouvant mener éventuellement à une soudaine et critique rupture d'approvisionnement pour des composants essentiels.

Hormis ces cas de figure spécifiques, les inconvénients de l'intégration verticale (perte de flexibilité, manque de diversité, difficulté à obtenir des économies d'échelle) l'emportent sur les avantages. C'est pourquoi, les entreprises verticalement intégrées adoptent actuellement une **politique de double approvisionnement interne et externe** à l'entreprise. Cela signifie qu'une entreprise ne produit elle-même qu'une partie des pièces dont elle a besoin, tout en achetant le reste à des fournisseurs extérieurs. Elle peut ainsi obtenir de ces derniers des conditions favorables et un travail soigné, tout en les menaçant de stopper ses commandes et de se remettre à produire elle-même si des problèmes devaient survenir. En procédant de cette manière, l'entreprise verticalement intégrée s'assure une flexibilité supplémentaire, profite de l'expérience, du savoir-faire technologique et du volume de production de fournisseurs extérieurs spécialisés.

B. Entreprises appartenant à des réseaux stratégiques

Un **réseau stratégique** consiste en une série d'alliances à long terme entre des organisations autonomes, en vue de maintenir ou de s'approprier un avantage compétitif envers les firmes qui n'appartiennent pas au réseau stratégique. Les objectifs d'efficacité visés par ces alliances sont l'optimisation des coûts global des activités et la minimisation des coûts de coordination entre les membres du réseau.

Un réseau stratégique se forme dans les domaines où la maîtrise des affaires implique une combinaison évolutive et rapide de

compétences variées détenues par un grand nombre de partenaires de production potentiels. Il apporte une réponse adaptée à des marchés variables et exigeant une forte réactivité, ce que ne permettent ni les mécanismes de marché purs (par manque de coordination entre agents productifs), ni l'intégration verticale (par manque de diversité de ressources productives).

Le but collectif des réseaux stratégiques que nous avons identifiés est d'avoir une maîtrise de la chaîne de valeur qui soit aussi complète que celle de l'entreprise verticalement intégrée, sans en subir les inconvénients. Il s'agit de réseaux d'entreprises composés de firmes fortement spécialisées et complémentaires et dont:

- ☐ l'ensemble des activités couvre toutes les opérations nécessaires à la conception, la fabrication, la distribution et le support de produits terminés destinés à des marchés finaux,
- ☐ l'orientation stratégique et la conduite opérationnelle des activités sont assurées par une ou, au plus, quelques firmes que l'on dénomme alors "firme-pivot", en raison de leur capacité à centraliser et à redistribuer les ressources et les informations dont les autres membres du réseau ont besoin,
- ☐ la localisation est éclatée.

Dans notre échantillon, les entreprises suivantes font partie de réseaux stratégiques, soit en tant que firmes-pivot, soit en tant que partenaires de firmes-pivot:

Firmes-pivot dans l'horlogerie:

- ☐ les marques I et II,
- ☐ les établissements I et II.

Firmes-pivot dans les microtechniques:

- ☐ le fabricant d'appareils de mesure,
- ☐ l'entreprise d'ingénierie en visserie,
- ☐ le fabricant d'appareils optiques.

Firmes partenaires dans l'horlogerie:

- ☐ la firme d'habillage I,
- ☐ le fabricant de mouvements III.

La contrainte d'un réseau stratégique est d'être coordonné comme s'il ne s'agissait que d'une seule et même entreprise et de veiller à ce que la concurrence/coopération entre membres du réseau n'opère au profit des produits finaux de l'ensemble, plutôt qu'au profit d'activités et/ou de composants individuels. Cette contrainte est assumée par la firme-pivot.

Les figures 9.2 (industrie de la montre mécanique) et 9.3 (industrie des microtechniques) présentant des schémas de réseaux stratégiques montrant le rôle central de la firme-pivot vers laquelle tout converge et qui orchestre toute la manoeuvre productive. Si l'on excepte la nature différente des composants à combiner, les réseaux stratégiques pour ces deux industries fonctionnent de la même manière. La firme-pivot détient les compétences cruciales pour l'évolution des produits finaux et pour le maintien de la position concurrentielle de l'ensemble du réseau, à savoir le marketing, la R&D, le design, l'assemblage et la logistique amont et aval. Ses partenaires se spécialisent dans la maîtrise de la fabrication de composants (en amont) et dans la distribution des produits (en aval).

Dans nos cas, la firme-pivot n'est pas toujours une firme manufacturière, car l'entreprise d'ingénierie en visserie, la marque II et l'établissement II ne fabriquent rien. Toutefois, ces trois firmes ont une excellente maîtrise de la conception globale et du positionnement stratégique des produits de leur réseau.

C. Entreprises appartenant à des réseaux régionaux

Un réseau régional consiste en un ensemble d'organisations autonomes qui, contrairement aux réseaux stratégiques, ne poursuit pas de projets productifs communs établis à long terme.

Un réseau régional se caractérise par:

Figure 9.2: réseau stratégique dans l'industrie de la montre mécanique

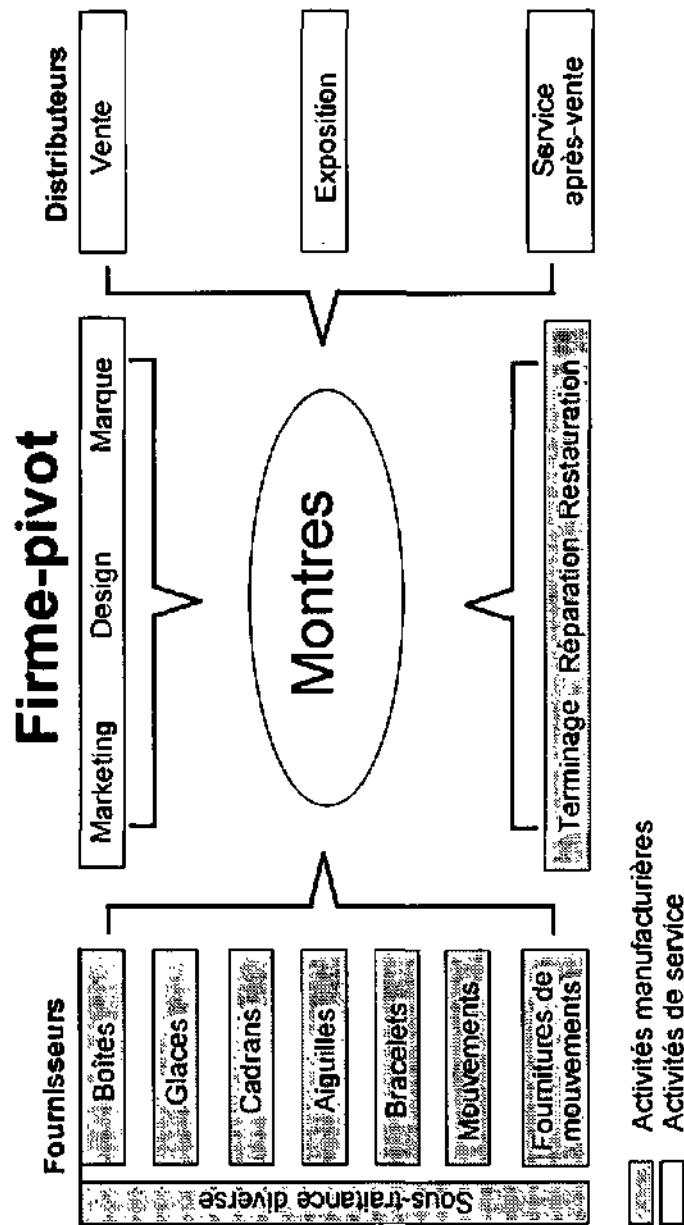
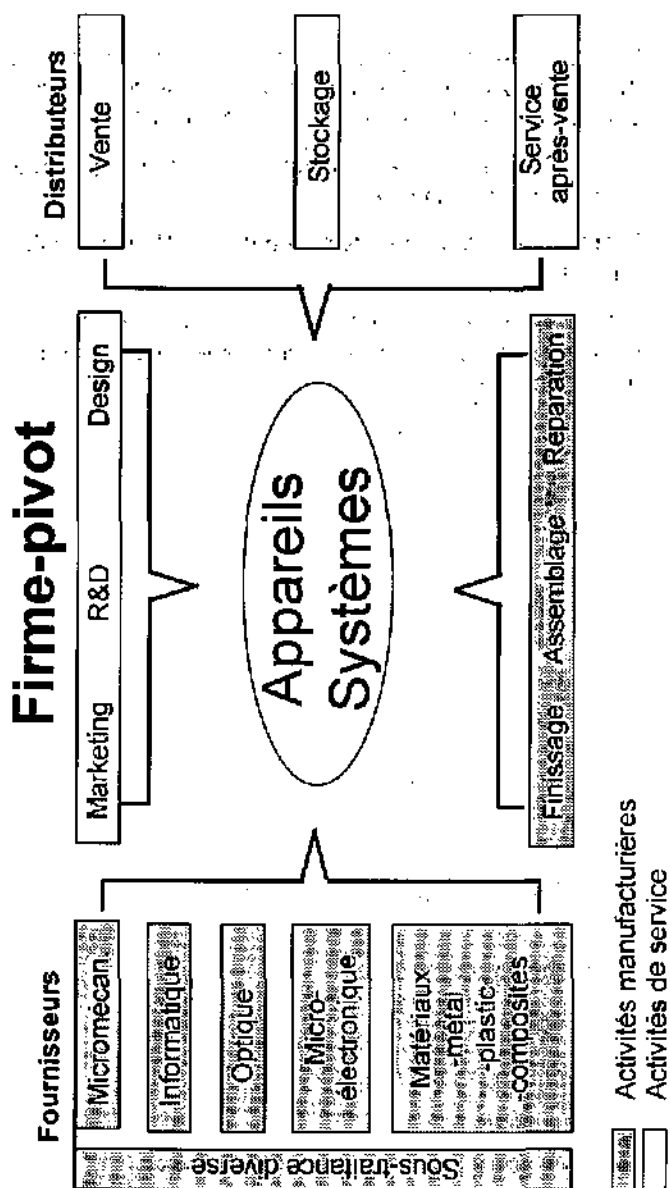


Figure 9.3: réseau stratégique dans l'industrie des microtechniques



- ☐ la présence d'un grand nombre de firmes de petite et moyenne taille dont la spécialisation est complémentaire et dont le volume de production reste modeste,
- ☐ une maîtrise de la chaîne de valeur qui n'est pas nécessairement complète,
- ☐ l'imbrication de firmes participant à différents systèmes de valeurs,
- ☐ l'éclatement de la conduite stratégique et de la gestion opérationnelle des activités entre toutes les firmes participant au réseau,
- ☐ la forte concentration géographique des membres du réseau,
- ☐ l'absence d'une firme leader capable d'imposer des options techniques, organisationnelles et commerciales,
- ☐ l'existence de rapports d'échanges basés sur la confiance et la réciprocité.

Contrairement aux réseaux stratégiques, les réseaux régionaux n'ont donc pas d'agent leader qui orchestre les relations de production, coordonne les décisions et impose des orientations économiques et technologiques. La stratégie des réseaux régionaux n'est pas le fait d'une firme en particulier. Elle résulte de décisions et d'actions prises et menées individuellement par chaque membre du réseau.

Dans notre échantillon, les firmes suivantes font partie de réseaux régionaux:

Dans l'horlogerie:

- ☐ les fabricants de mouvements II et IV,
- ☐ les fabricants de pièces d'habillage II et III,
- ☐ les manufactures III et IV.

Dans les microtechniques:

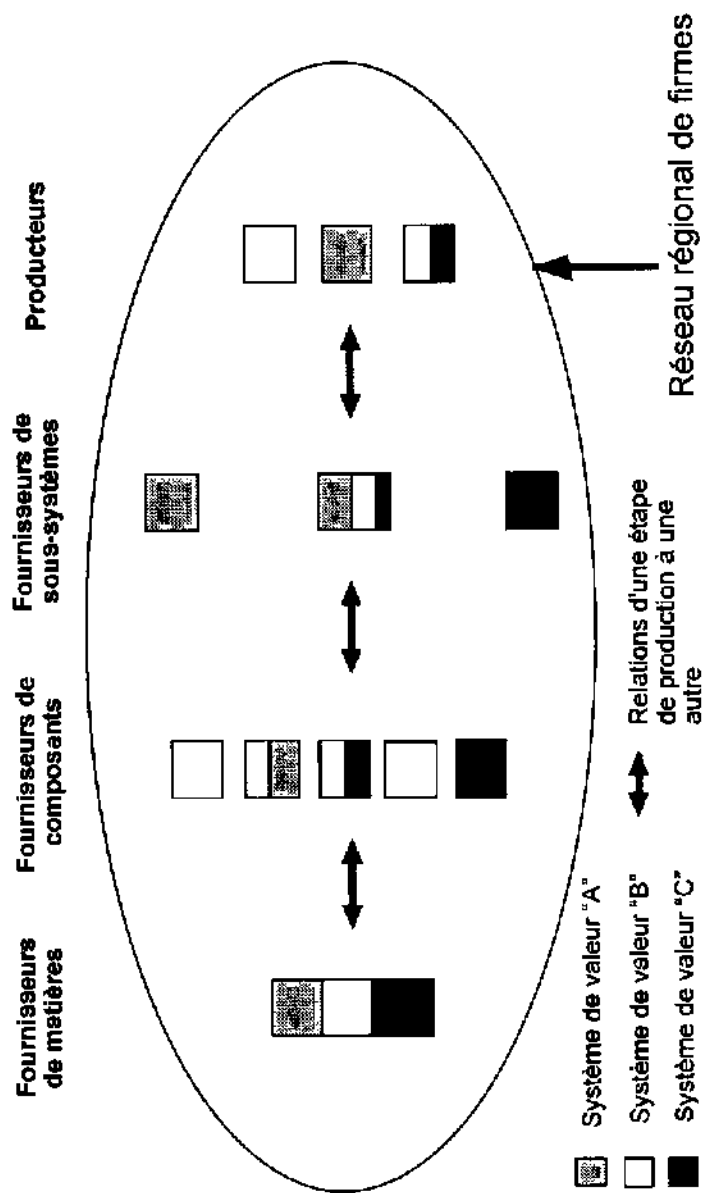
- ☐ les entreprises de décolletage I et II,
- ☐ le fabricant de chaînes d'assemblage.

La figure 9.4 illustre le cas type d'un réseau régional de production. Elle fait ressortir la présence dans une même région de plusieurs systèmes de valeur (dénommés ici "A", "B" et "C") produisant des biens finaux concurrents, mais qui s'échangent malgré tout des fournitures et qui entretiennent aussi dans certains cas des relations de coopération (centres de recherche et de formation cofinancés, par exemple).

Depuis environ une dizaine d'années, l'horlogerie a vu son réseau régional situé dans l'Arc jurassien devenir à nouveau solide sur le plan économique et varié au niveau technique. La notion de réseau régional n'est pas une nouveauté pour le domaine horloger, car la "Fabrique" genevoise au 18^e siècle en constituait déjà un illustre exemple. Le réseau régional horloger que nous avons identifié comporte quelques manufactures dont la stratégie reflète une maîtrise des compétences horizontale et non pas verticale. Dans notre cas, il s'agit des manufactures III et IV qui obtiennent l'appui de fournisseurs de parties de mouvements, de boîtes et d'habillage fiables et très performants. La stratégie d'organisation de ces firmes "horizontales", qui sont, en fait, d'anciennes manufactures verticales, consiste à ne garder à l'intérieur que les activités pour lesquelles elles disposent de compétences clés et sur lesquelles elles fondent leur image et leur réussite. Les autres activités sont confiées à des partenaires extérieurs. L'idée sous-jacente à ce type d'entreprises est qu'on ne peut pas exceller dans tous les domaines et qu'il est rationnel, d'un point de vue économique, de se concentrer sur un métier tout en bénéficiant de la spécialisation complémentaire et de la capacité d'innovation d'autres firmes.

La diversité des entreprises et des activités des réseaux régionaux autorise une différenciation forte des produits finaux. Mais, comme nous le montrons dans la section suivante, elle rend aussi plus difficile la coordination des choix technologiques.

Figure 9.4: réseau régional dans l'industrie de la montre mécanique / des microtechniques



9.2.2 Influence du mode d'organisation des activités de production sur la diffusion de CIM

Si notre hypothèse est valide, les composantes de CIM visant à intégrer les activités entre partenaires de production devraient être bien diffusées dans les réseaux stratégiques et dans les réseaux régionaux. La raison en est que, pour ces formes d'organisations éclatées, le besoin d'échanges d'informations en temps réel est de plus en plus fort. En revanche, cela n'est pas le cas pour les entreprises verticalement intégrées qui peuvent assurer la coordination de leurs activités au niveau interne, notamment par le biais de réseaux informatiques locaux.

A. L'intégration externe de la production dans les réseaux stratégiques

Notre enquête a abouti à une distinction nette entre les firmes qui adoptent l'ensemble ou la plupart des composantes d'intégration externes de la production et celles qui se limitent à la mise en place d'un système d'assurance qualité auprès des fournisseurs. Les entreprises qui développent des systèmes informatiques intégrés à usage collectif sont :

Dans l'horlogerie :

- ☐ l'établissement II,
- ☐ les marques I et II.

Dans les microtechniques :

- ☐ le fabricant d'appareils optiques,
- ☐ l'entreprise d'ingénierie en visserie,
- ☐ le fabricant d'appareils de mesure,
- ☐ le fabricant de microsystèmes.

En examinant de près le rôle de ces sept entreprises dans leurs réseaux de production respectifs, on constate qu'elles jouent toutes le rôle de l'entreprise-pivot qui oriente la stratégie économique

et technologique du réseau et qui coordonnent l'ensemble des activités du réseau. Les autres firmes, en revanche, "se contentent" de mettre en place des systèmes d'assurance qualité auprès de leurs fournisseurs, sans recourir aux technologies de communication interfirmes.

Le cas des firmes-pivots

Pour survivre sur leurs marchés, les entreprises de ce groupe doivent faire preuve d'une très grande souplesse dans la maîtrise de leur chaîne de valeur, afin de pouvoir assurer dans les meilleurs délais l'écoulement, mais aussi le renouvellement des produits et occuper constamment le terrain. Or, il est fondamental de garder à l'esprit que la chaîne de valeur de ce type de firmes se localise, en majeure partie, chez ses fournisseurs. Dès lors, pour conserver une chaîne valeur flexible, l'entreprise doit pouvoir:

- ☐ orienter l'activité de ses partenaires, comme s'ils faisaient partie intégrante de l'entreprise,
- ☐ assurer la connexion de ses partenaires avec elle et entre eux, pour normaliser la circulation de l'information,
- ☐ changer de partenaires de production, chaque fois que l'évolution des propriétés des produits et, par conséquent, des compétences à combiner l'exige.

Cette propriété a une forte influence sur le choix des **composantes externes de CIM**. En effet, les entreprises-pivot de notre échantillon exploitent ou mettent en place des systèmes informatiques qu'elles partagent avec des partenaires extérieurs, afin d'améliorer:

- ☐ la maîtrise du temps en matière de développement de nouveaux produits (grâce au partage d'applications de CAO et de FAO),
- ☐ la maîtrise de la normalisation des composants en matière de différenciation de la production (grâce au partage d'applications de CAO),

- ☐ la flexibilité en matière de fabrication et de gestion de production (grâce au partage d'applications de FAO et de GPAO),
- ☐ la réactivité en matière de logistique, tant pour l'écoulement des pièces que pour la commande des approvisionnements (grâce à EDI et au partage d'applications de contrôle de production),
- ☐ le suivi permanent et global des ventes réalisées (grâce à EDI et au partage d'applications commerciales),
- ☐ la rationalisation des procédures administratives liées aux transactions (grâce à EDI et au partage d'applications comptables).

A propos des choix en matière d'intégration externe, il importe d'opérer une distinction supplémentaire entre, d'une part, l'établissement II de même que le fabricant d'appareils optiques et, d'autre part, les autres firmes-pivot. Cette distinction est liée au fait que les deux premières se sont dotées de systèmes informatiques dits "ouverts", donc potentiellement utilisables à tout moment par quiconque souhaite s'y connecter à l'aide d'une application techniquement compatible, alors que les autres ont mis au point des systèmes dits "fermés" ou "ouverts sur demande", donc réservés à un nombre d'utilisateurs limité, connu et contrôlable en tous temps au sein du réseau. Pour des applications bien précises (échanges commerciaux, mouvements de stocks et CAO), ces entreprises ont développé un système "ouvert", parce que leurs relations extérieures changent en permanence et qu'elle ne savent pas a priori qui seront leurs prochains partenaires de production.

Le fabricant de microsystèmes, le fabricant d'appareils de mesure et l'entreprise de visserie ayant opté pour des systèmes informatiques fermés poursuivent des objectifs très clairs en matière de coordination logistique. Avec EDI et le partage de systèmes de GPAO, elles cherchent à :

- ☐ connaître les différents besoins de mouvement et de stockage afin d'y répondre en planifiant des mesures adaptées, tels que des capacités de transport à partir de prévisions d'approvisionnement,

- ☐ rompre avec la prévision systématique et suivre au jour le jour les capacités utilisées en fonction des fluctuations internes et externes d'activité, dans le but de parvenir à une adéquation immédiate entre charges et capacités de production,
- ☐ réduire les coûts de transaction, en fermant le système d'échanges aux agents dont l'attitude n'est pas fiable.

La marque I a, pour sa part, opté pour un système EDI, pour plusieurs raisons. Elle entend, entre elle-même et ses partenaires de production:

- ☐ unifier et formaliser les procédures transactionnelles répétitives,
- ☐ accélérer le processus de traitement de l'information,
- ☐ réduire les coûts administratifs de saisie, de réception et d'émission des données,
- ☐ réduire le nombre d'erreurs dans les ordres passés,

Par ailleurs, l'établissement II prépare, à titre d'essai, une application sur Internet, dans le but de présenter l'histoire, les activités et les produits de son entreprise. Si l'essai se conclut par un grand retour d'information des utilisateurs d'Internet concernant les produits, l'établissement II envisage de créer des pages permettant la vente directe de montres.

Enfin, le fabricant d'appareils optiques et l'entreprise d'ingénierie en visserie recourent aux technologies avancées de l'information non seulement comme moyen d'intégration avec des partenaires habituels dispersés dans le monde entier, mais aussi comme moyen d'identification et de mise en relation rapide avec des ressources de production encore inconnues. L'accès aux ressources externes de production doit être immédiat et permanent, car le cycle de vie de leurs produits et services est court et, par conséquent, les projets productifs de ces entreprises évoluent à court terme. Cela les oblige à trouver le plus vite possible les partenaires susceptibles leur fournir les bonnes compétences à combiner pour réaliser de nouveaux produits. C'est donc une reconfiguration rapide de leur chaîne de

valeur que ces entreprises visent en faisant du "knowledge leverage"² via les technologies de communication interfirmes.

Concrètement, ces entreprises recourent à Internet et à WorldWideWeb (W³) au niveau du marketing, de la vente et du support à la clientèle. Elles cherchent à se rendre visibles dans le monde entier en offrant des catalogues électroniques de produits et de services et lancent des appels d'offre électroniques à des fournisseurs potentiels. Les interlocuteurs électroniques du fabricant d'appareils optiques ont également l'occasion d'utiliser des boîtes aux lettres informatiques, dans lesquelles ils sont invités à s'exprimer sur les prestations de l'entreprise, sur ses forces et faiblesses ainsi que sur les mesures d'amélioration qu'ils ont à proposer.

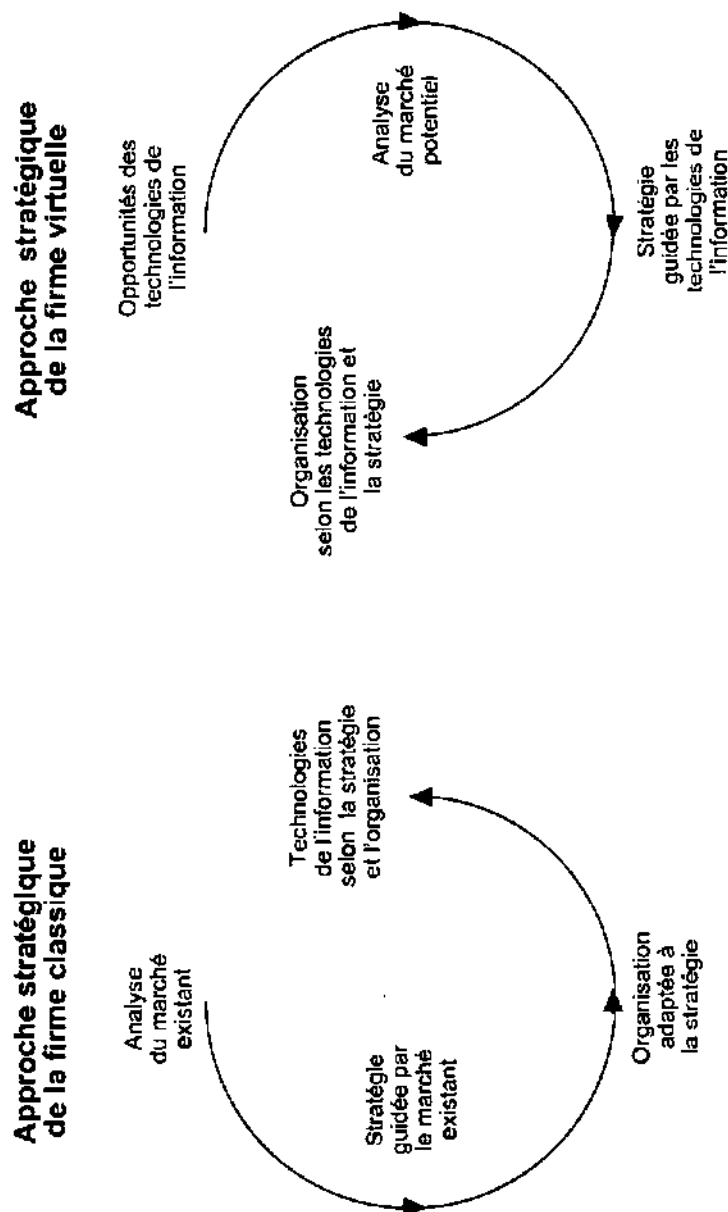
Ces deux firmes utilisent aussi ces moyens de communication pour publier de la documentation sur les produits et délivrer des notices techniques. Cela permet au service après vente d'aider un grand nombre de client sans délais et de manière directe, en envoyant chez les clients tous les fichiers informatiques nécessaires à la résolution du problème.

Par ailleurs, le fabricant d'appareils optiques envisage de mettre en place un système d'information partagé basé sur la technique du "groupware", grâce auquel ses principaux partenaires de production et de distribution pourraient s'insérer en tout temps dans le système informatique de l'entreprise pour y consulter, modifier et diffuser toutes sortes de fichiers (dessins techniques, plans, états de production et données financières, par exemple). L'idée de ce projet est de permettre la récupération immédiate et sans erreur de données identiques qui évoluent en permanence et dont des personnes éparpillées géographiquement ont besoin au même moment.

Contrairement aux autres firmes-pivot de notre échantillon, ces deux entreprises adoptent une démarche stratégique tout à fait inédite, qui inverse en quelque sorte le rôle de l'analyse de marché et de l'audit technologique, comme l'indique la figure 9.5. En effet, au lieu

² Ce terme anglophone signifie littéralement "levage de connaissance" est emprunté à Venkatraman (1994). Pour une firme, il renvoie à une capacité élevée d'identification et d'utilisation de connaissances éparpillées dans le monde, susceptibles de s'intégrer rapidement et à moindre coût dans un projet industriel donné, grâce aux nouvelles technologies de la communication.

Figure 9.5: approche stratégique de la firme virtuelle



de partir d'une analyse du marché existant -selon une démarche classique-, elles commencent par voir en quoi les nouvelles technologies de l'information créent de nouveaux besoins de marché, liés soit à des produits et services inimaginables auparavant, soit à des restructurations d'activités. Ayant ciblé ces nouveaux potentiels de marché, elles se définissent alors une stratégie qui intègre explicitement ces potentiels. La transformation technologique choisie détermine ensuite la direction et l'ampleur des changements à apporter à l'organisation interne et externe des activités, afin que se concrétise la stratégie. Il s'agit de répondre aux questions suivantes:

- ☐ selon les potentiels technologiques identifiés, quelles opérations doit-on à tout prix maîtriser ou, au contraire, externaliser, dans quels processus de production?
- ☐ quels changements exiger du personnel dans l'exécution de quelles tâches et comment obtenir ces changements?

Dans notre enquête, cette forme d'exploitation des composantes d'intégration externe de la production n'est pas très répandue. Toutefois, il semble bien qu'elle soit destinée à connaître un essor important ces prochaines années, avec l'émergence du concept de l'entreprise virtuelle³, que l'on peut définir ainsi, sur la base des travaux de Dawidov et Malone (1992), de Brand (1995) et de Sieber (1995).

Encadré N°1: définition de la firme virtuelle

La firme virtuelle est une entente temporaire -et non pas durable- entre des entreprises autonomes qui disposent chacune d'une partie des compétences nécessaires la réalisation d'un produit ou d'un service et qui coordonnent leur action commune par le biais de systèmes d'information électroniques partagés. Le fait que les entreprises "se choisissent" par voie électronique (Internet, par exemple) et sans signer de contrats écrits est une option que l'on peut inclure ou non à cette définition.

³ Ce constat ressort d'une série d'études menées par le programme mondial "Intelligent Manufacturing Systems" (KBF Bulletin N° 4, p. 14, mars 1996).

La cas des partenaires des firmes-pivots

Le fabricant de mouvements III et la firme d'habillage I n'ont adopté aucune autre mesure d'intégration externe que l'assurance qualité des fournisseurs. On peut se demander pourquoi la firme-pivot de leur propre réseau stratégique ne les pousse pas à mettre en place des applications informatiques partagées. En l'occurrence, une raison avancée par l'un des responsables de ces entreprises est qu'il n'y a, pour l'instant, pas besoin d'informatiser et de rendre réactif des échanges dont le volume et les spécifications sont stables d'année en année.

Ce cas particulier montre bien que, dans certaines conditions, le besoin de flexibilité de production et de gestion est limité en raison de la stabilité des marchés, de la grande taille des lots commandés et de la variété restreinte des pièces au sein d'une même commande. Comme le traitement des commandes occasionne peu de problèmes au fournisseur, celui-ci ne génère en retour que peu d'incertitude à la firme-pivot de son réseau de production. Cela explique, en partie du moins, l'absence d'intérêt de ces firmes pour l'intégration externe des processus de production. Toutefois, la tendance actuelle des contraintes de marché ne semble pas aller dans le sens de ces cas particuliers.

B. L'intégration externe de la production dans les réseaux régionaux

Les réseaux régionaux de production de montres mécaniques et d'appareils microtechniques offrent un paradoxe intéressant. Compte tenu de l'interdépendance technique et économique des firmes qui les composent, ils devraient, a priori, développer des moyens d'intégration externe de la production, au même titre que les réseaux stratégiques. Toutefois, l'observation du profil des entreprises de notre échantillon appartenant à ce type d'organisation de production révèle que tel n'est pas le cas, tant s'en faut.

Notre enquête montre que dans un réseau régional, les visions économiques et technologiques ne sont pas nécessairement convergentes, parce qu'il n'y a pas d'acteur

suffisamment dominant pour fédérer des points de vue parfois très contradictoires.

Dans l'hortogaria, par manque de directives et de comportement dominant à l'échelle du réseau régional, chacun est libre de développer les composantes technologiques qui lui assurent individuellement un gain d'efficacité et, à vrai dire, personne ne se prive de cette liberté. Ce phénomène d'éclatement du pouvoir a une énorme influence sur les choix des entreprises en matière de CIM: il ne permet pas aux entreprises du réseau régional d'harmoniser leurs systèmes informatiques, de sorte que tous soient connectés aux autres. Même en étant de type ouvert, les systèmes informatiques sont trop variés pour être partagés. Le réseau régional de la montre mécanique ne peut donc, pour l'instant, pas obtenir les avantages de la coordination des activités telle qu'elle fonctionne dans les réseaux stratégiques pilotés par les firmes-pivots de notre échantillon.

Dans l'horlogerie, l'intégration des processus de production entre la manufacture horizontale III et ses partenaires des réseaux régionaux se limite à la mise en place de l'assurance qualité. Il existe une certaine concertation interfirmes globale en matière d'assurance de la qualité (des produits et des procédés), parce que la qualité du produit est une valeur profonde et ancienne de la culture horlogère que tout le monde partage et cherche à améliorer. Seule la manufacture IV vise à partager une application de GPAO avec quelques uns de ses meilleurs fournisseurs, mais sans avoir, pour l'instant, pu exploiter cette composante au-delà de l'échange de certaines données de base.

Dans les réseaux régionaux de microtechnique, il existe, selon le fabricant de chaînes d'assemblage, des agents leaders suisses et étrangers capables d'imposer des solutions technologiques aux plus petites entités de production qu'elles alimentent en commandes. Toutefois, notre échantillon ne contient aucun agent leader. De plus, nos trois firmes partenaires ne font pas partie de réseaux régionaux où une firme s'impose vraiment. Autrement dit, les cas de firmes de microtechnique que nous traitons ressemblent beaucoup à ceux de leurs homologues dans l'horlogerie: il n'y a pas de pression concurrentielle directe pour développer l'intégration externe de la production et la tradition d'autonomie des firmes étouffe la volonté collective de trouver une solution commune en la matière à l'échelle

régionale. Les composantes informatiques d'intégration externe ne sont pas du tout diffusées. Plusieurs motifs peuvent être avancés.

Tout d'abord, en matière de conception des produits, le travail informatisé en équipes interdisciplinaires suppose la participation des principaux fournisseurs chez qui les activités de la manufacture horizontale et du fabricant d'appareils de microtechnique se prolongent. Or, cette participation ne va pas de soi. Elle nécessite une grande confiance du donneur d'ordres envers ses fournisseurs, surtout lorsque ceux-ci travaillent aussi pour des firmes concurrentes. La mise sur pied d'une organisation matricielle et d'une exécution concourante des tâches, envisageable à l'échelle d'une seule firme, devient beaucoup moins accessible à l'échelle d'un réseau de production, étant donné les problèmes de coordination entre des firmes aux intérêts qui ne sont que partiellement convergents.

Ces problèmes de coordination se retrouvent d'ailleurs aussi au niveau de l'intégration de la logistique. La concertation technologique est absente en matière de systèmes de GPO et de EDI, qui touchent au plan de production, symboles de la confidentialité et de l'autonomie des firmes. Dans ce domaine, où, historiquement, chacun a suivi sa propre logique technique et organisationnelle, non seulement la compatibilité informatique est faible, mais, en plus, les volontés d'intégration paraissent absentes. On ne trouve d'intégration ni entre les systèmes de GPO et le contrôle de production, ni entre les systèmes de FAO et le contrôle de production. En bout de chaîne, le donneur d'ordres ne sait pas en temps réel où en est exactement la production de quelles séries, quels problèmes celles-ci posent éventuellement et dans quelle mesure ces derniers nécessitent des réajustements de la planification ou même de la conception du produit. Si un problème de fabrication se pose à un endroit du réseau de production, rien ne dit qu'il sera identifié et mentionné à tous les autres partenaires concernés.

Dans le cas de l'horlogerie, on mentionne souvent que, compte tenu du système d'écoulement des montres à un marché intermédiaire et non pas final, de la proximité géographique des partenaires et de la fréquence et du faible volume des transactions, un système intégré et partagé de logistique coûterait trop cher eu égard ses avantages. Le fait est qu'un tel système améliore la performance d'ensemble d'un système de valeur ou d'une filière de production,

plutôt que celle individuelle de ses membres. Or, la performance d'un système de production donné n'est perçue comme importante pour ses membres qu'à partir du moment où ceux-ci perdent des affaires au profit de concurrents étrangers qui exploitent cette maîtrise d'ensemble, comme dans le secteur de l'automobile ou de l'électronique. Ce n'est pas encore le cas de la filière de production de montres mécaniques en Suisse.

Les choix d'intégration sont diffus et la manufacture horizontale et le fabricant d'appareils, qui est la firme leader des réseaux régionaux en raison de sa proximité avec le marché final, ne peut que suggérer des options technologiques à ses partenaires. Mais, si pour une quelconque raison, ceux-ci ne suivent pas ses suggestions, elle n'a pas les moyens d'imposer ses vues, car son volume de production limité (une à quelques dizaines de milliers de pièces par an), représente rarement une grande part du chiffre d'affaires de ses fournisseurs, ceux-ci travaillant pour plusieurs donneurs d'ordres.

Le manque de diffusion des composantes d'intégration externe de la production pourrait, toutefois, ne pas rester sans conséquences pour l'efficacité économique des réseaux régionaux que nous avons présentés. En effet, l'histoire économique récente montre que ce modèle "d'entreprise-partagée" fonctionne effectivement très bien tant que les fournisseurs sont en mesure de produire la variété et la qualité requise par chacun de leurs clients (JULIEN, 1994). Toutefois, si les horlogers devaient un jour, pour une raison quelconque, suivre au quotidien l'évolution des commandes des acheteurs finaux, au lieu de produire sur la base de prévisions de ventes annuelles des distributeurs, le réseau régional horloger dans son ensemble serait peut-être en danger, car son système actuel d'approvisionnement et d'écoulement des pièces ne serait sans doute pas assez réactif pour lui fournir les pièces voulues, dans les délais requis et aux conditions spécifiées.

C. L'intégration externe de la production dans les entreprises verticalement intégrées

L'indépendance de la firme verticalement intégrée limite son besoin d'intégration externe avec les fournisseurs et, dans certains cas peu fréquents, avec les distributeurs, lorsque l'entreprise possède son propre réseau de distribution ou en maîtrise une grande partie. Il n'est

donc pas étonnant que ces firmes n'aient pas développé de mesures CIM visant à intégrer la logistique externe (échanges EDI, partage d'applications de GPAO, par exemple).

Pour les entreprises verticalement intégrées de notre échantillon, seule l'assurance qualité auprès des fournisseurs comporte, pour le moment, un intérêt manifeste. Les manufactures I et II parviennent d'autant mieux à mettre en place cette composante de CIM qu'elles travaillent avec un petit nombre de fournisseurs choisis et périodiquement évalués, pour lesquels leurs commandes représentent à la fois une manne précieuse, voire même une source de dépendance, mais aussi une référence de travail soigné à faire valoir sur la carte de visite.

De plus, les manufactures I et II possèdent souvent une éthique de travail fort appréciée des fournisseurs. Conscientes que la qualité extrême qu'elles exigent d'eux ne "tombe pas du ciel" en un jour, elles favorisent le partenariat durable, en assurant une certaine stabilité des commandes, voire même une aide technique et organisationnelle. Ces mesures rendent les fournisseurs plus confiants, leur permettent de planifier et de répartir dans le temps les efforts d'amélioration nécessaires et, surtout, leur donnent une motivation supplémentaire -souvent décisive- pour entreprendre des réformes. De manière générale, les fournisseurs visités ont souligné cet aspect positif de leurs relations avec les manufactures, en ajoutant qu'elles forment une sorte de "club" dont les exigences élevées ont le mérite d'être convergentes. Par conséquent, les efforts consentis pour satisfaire l'une des manufactures sont également pris en compte et valorisés par les autres.



Coopération technologique et adoption de CIM par les firmes:

**Le cas de l'industrie de la montre
mécanique et des microtechniques**

*"On peut savoir et ne pas voir, parce qu'il faut changer l'image
qu'on a de la technique pour être prêt à accepter l'innovation et à en
profiter"*

*Girolamo Ramnuni,
Directeur de recherche au CNRS, Paris*

Conformément à la théorie issue des champs de l'Economie régionale et de l'Economie industrielle, que nous avons présentée dans la seconde partie du présent ouvrage, le contexte de production des entreprises est censé influencer leur comportement face au changement technologique. Afin de vérifier la validité de cette hypothèse générale, nous avons choisi d'analyser les trois variables suivantes:

- ☐ le partenariat de production entre firmes appartenant à un même système de valeur,
- ☐ les relations de coopération technologique entre utilisateurs et fournisseurs de CIM,
- ☐ les propriétés du milieu industriel.

10.1. Relations de production entre firmes appartenant à un même système de valeur

CIM sous-tend un enjeu économique important pour les firmes dont les activités se complètent dans la production d'un type de biens donné. C'est notamment vrai pour ce qui est des aspects suivants:

- ☐ amélioration de la qualité des approvisionnements,
- ☐ capacité de production de petites séries variables dans des délais courts,
- ☐ diffusion large et rapide des informations en provenance des marchés.

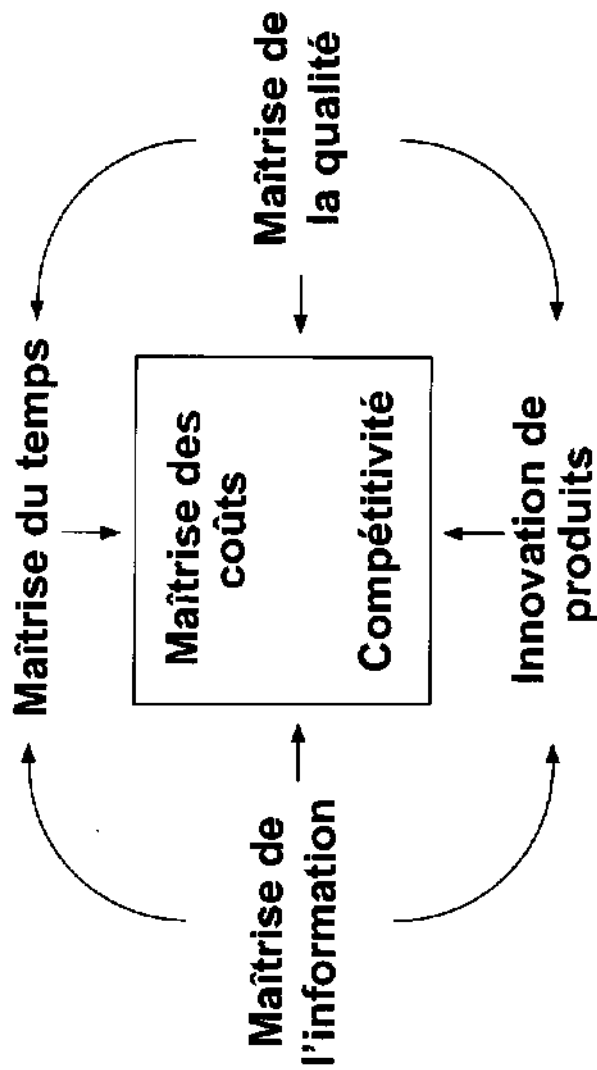
Les enjeux essentiels de CIM à l'échelle de systèmes de valeur sont repris dans la figure 10.1. Le maintien d'une compétitivité élevée et la maîtrise des coûts se trouvent au centre des relations entre firmes industrielles. Ces objectifs centraux sont largement déterminés par quatre inducteurs de performance:

- ☐ la maîtrise de la qualité,
- ☐ la maîtrise de l'information,
- ☐ la maîtrise du temps (temps de cycle et délais de livraison),
- ☐ la maîtrise de l'innovation de produits,

La figure 10.1 suggère que la maîtrise du temps et de l'innovation de produits au sein d'un système de valeur est forte lorsque les entreprises parviennent, au préalable, à maîtriser l'information et la qualité des activités auxquelles elles concourent.

Toutefois, afin de surmonter les problèmes liés à la mise en place de CIM entre firmes, les fabricants des produits finaux ne peuvent plus considérer leurs fournisseurs comme de simples sources d'approvisionnement dont on cherche uniquement à minimiser le coût. Ces derniers doivent devenir de véritables partenaires durables qui se situent dans le prolongement direct des activités des entreprises qu'ils approvisionnent.

Figure 10.1: enjeux de CIM à l'échelle d'un système de valeur



La coopération entre entreprises industrielles participant à un même système de valeur représente une source d'avantage compétitif lorsqu'elle leur permet d'adopter de nouvelles technologies rapidement et de manière ciblée par rapport à leurs besoins. La présente section va donc chercher à vérifier l'hypothèse suivante:

H3	La partenariat durable entre firmes favorise l'échange d'expériences sur CIM et la mise en compatibilité de composantes technologiques au sein de systèmes de valeur.
----	--

10.1.1 Typologies des entreprises interrogées par rapport au partenariat industriel

Quel est l'état du partenariat entre firmes dans l'industrie de la montre mécanique et dans celle des microtechniques? La réponse à cette question exige de dépasser la notion évasive de "bon contact". Des relations entre clients et fournisseurs peuvent être considérées comme un **partenariat durable** dès lors que:

- ☐ les échanges ne sont pas uniquement marchands, mais incluent des éléments non-payants (informations, pièces à essayer, etc.),
- ☐ les échanges sont définis dans un cadre prévisionnel annuel ajustable périodiquement,
- ☐ les critères de sélection des partenaires reposent sur des objectifs d'efficacité à long terme, mesurés en termes de qualité, de délais et de flexibilité productive.

Conçu de cette manière, le partenariat s'avère exigeant et sélectif. Il dépasse largement le cadre des relations cordiales entre clients et fournisseurs.

Le tableau 10.1 présente l'état du **partenariat industriel** pour les firmes de notre échantillon. Certaines entreprises ayant exigé la confidentialité à propos du nombre exact de coopérations établies, nous proposons un ordre de grandeur (jusqu'à cinq partenaires; plus de cinq partenaires).

Tableau 10.1: partenariat industriel entre firmes d'un même système de valeur

Firmes interrogées	Partenariat	
	régional	extra-régional
Firmes ayant des relations de partenariat durable		
Entreprise d'ingénierie en visserie	X	X
Fabricant d'appareils de mesure		X
Etablissement I	X	
Etablissement II	X	
Fabricant d'appareils optiques	X	X
Fabricant de mouvements I	X	
Fabricant de mouvements II	X	
Fabricant de mouvements IV	X	
Fabricant de pièces d'habillage III	X	
Manufacture I	X	
Manufacture II		X
Manufacture III	X	
Firmes n'ayant aucune relation de partenariat durable		
Entreprise de décolletage I		
Entreprise de décolletage II		
Fabricant d'outillage de précision I		
Fabricant d'outillage de précision II		
Fabricant de chaînes d'assemblage		
Fabricant de micromécanique		
Fabricant de microsystèmes		
Fabricant de mouvements III		
Fabricant de pièces d'habillage I		
Fabricant de pièces d'habillage II		
Manufacture IV		
Marque I		
Marque II		

Les cas de partenariat que nous considérons dans cette section se rapportent à des firmes qui ont délibérément choisi la voie de la coopération durable comme moyen d'amélioration progressive des flux de production avec leurs fournisseurs et clients. Notre échantillon ne comporte aucune firme subissant les pressions de gros clients¹, au point de se voir forcée de collaborer avec ceux-ci, afin d'adopter tout ou partie de leurs techniques et méthodes de production.

Nous distinguons le partenariat à caractère régional (dans un rayon géographique de cent kilomètres) du partenariat qui implique des firmes situées en dehors du périmètre régional.

Selon notre enquête, les partenariats entre firmes d'une même région relèvent de la coopération informelle, c'est-à-dire de relations régies ni par des contrats de prestations ni par des mandats, mais par des "gentlemen agreements" dont la bonne marche repose sur une confiance mutuelle des partenaires. En revanche, les quatre cas de coopération extra-régionale reposent sur des accords formels, écrits, qui stipulent clairement les objectifs et les modalités de la coopération, de même que la contribution attendue de chaque partenaire.

Il est frappant de constater que le partenariat industriel est avant tout le fait:

- ☐ d'entreprises horlogères au niveau régional,
- ☐ d'entreprises de microtechnique au niveau extra-régional.

La différence de comportement en matière de partenariat entre firmes est donc ici marquée de façon sectorielle. Cela tient au fait que la filière de production de montres mécaniques possède une base territoriale très forte et très ancienne. En revanche, l'industrie des microtechniques basée sur la combinaison de technologies possède moins cet ancrage territorial, en raison de sa courte existence -une vingtaine d'années seulement- et du caractère mondial de ses approvisionnements.

¹ Cela aurait pu être le cas des fournisseurs de composants micromécaniques et micro-électroniques, avec leurs clients de l'automobile ou de l'aérospatiale, par exemple.

Dans l'horlogerie mécanique, les manufactures, les marques et les établissements ont souligné les bonnes relations commerciales entretenues avec leurs fournisseurs. Pour leur part, les entreprises actives dans la réalisation de mouvements et de pièces d'habillage ont confirmé, lors des entretiens, qu'elles avaient souvent de très bons contacts avec leurs clients, en dépit de quelques exceptions connues des gens de la profession.

Toutes ont souligné l'importance de la proximité géographique, mais aussi de l'identité professionnelle et culturelle caractérisant l'horlogerie comme élément très favorable à ces relations de coopération.

Dans la fabrication de montres mécaniques, la structure atomisée de la filière, l'existence d'un véritable "milieu" industriel -tel qu'il a été défini dans le sixième chapitre du présent ouvrage- et certaines conventions personnelles et informelles établies au cours de l'histoire horlogère font que cette industrie offre un terrain propice à la constitution de réseaux de coopération entre firmes étroitement imbriquées dans la conception et la fabrication de pièces.

Pour les firmes de microtechnique que nous avons visitées, le partenariat est moins fréquent, précisément parce qu'elles travaillent davantage avec des fournisseurs et des clients extérieurs à la région. Or, la distance géographique ne favorise pas les contacts exigeant une discussion fréquente, en face-à-face, destinés à l'amélioration continue de toute une série d'aspects inhérents à la production.

10.1.2 Influence du partenariat durable sur la diffusion de CIM

Dans la fabrication de montres mécaniques, les partenariats de production durables que nous avons recensés se sont établis pour favoriser la diffusion de systèmes d'assurance qualité, cruciaux pour les manufactures et les marques de haut de gamme. Seule l'entreprise d'établissage II va plus loin que l'assurance qualité, en collaborant dans le but de transférer chez ses meilleurs fournisseurs un système de logistique informatisé, basé sur des échanges de données électroniques (EDI). L'exemple de la firme d'établissage I illustre l'importance de la démarche de coopération par rapport à l'intégration de certains processus de production entre firmes (Cf. Encadré 1).

Encadré N°1: cas de coopération entre partenaires de production Industriels

La firme Etablissement I conçoit et assemble plus d'un million de pièces par an selon les désirs changeants de ses quelque trente clients. Elle est ainsi l'une des firmes les plus importantes de son secteur et son poids auprès des fabricants de pièces constitutives est considérable. En matière de production au plus juste, d'ingénierie concourante et d'assurance qualité, l'attitude de la firme Etablissement I envers ses cent cinquante fournisseurs est résolument axée sur la coopération. Les résultats obtenus jusqu'ici sont très positifs et prouvent que lorsque les compétences de production sont éclatées entre de nombreuses firmes spécialisées, le recours à une démarche CIM n'est efficace qu'en établissant des relations de coopération durables. De plus, le cas de Etablissement I confirme l'hypothèse selon laquelle ces relations doivent être orchestrées par une firme-pivot, par le leader du réseau de production, en principe l'entreprise qui maîtrise la conception et/ou le marché du produit final.

En matière d'ingénierie concourante tout d'abord, Etablissement I se doit d'être extrêmement efficace pour développer de nouveaux produits dans des délais courts. A l'écoute de ses clients, Etablissement I développe en moyenne près de vingt nouveaux modèles de montres par mois. Cette exigence l'a donc incitée, pour chaque projet de développement, à fonctionner selon le principe de "l'équipe multidisciplinaire" de développement. Ces équipes font participer des responsables de départements de l'entreprise, mais aussi des responsables marketing des firmes clientes ainsi que des responsables techniques des principaux fournisseurs, dont la production peut être perturbée par certains nouveaux modèles particuliers. Une équipe de développement planche en moyenne trois jours sur la conception d'une ligne de modèles. Elle peut compter sur des moyens informatiques très performants qui permettent de convertir des croquis en plans de CAO, puis de représenter le nouveau produit en trois dimensions, avant d'en usiner directement un prototype sur une machine CNC reliée à la station de CAO.

Encadré N°1: cas de coopération entre partenaires de production industriels (suite)

Cette philosophie de coopération permet à Etablissement I de réduire au maximum ses délais de conception de produits, en intégrant tout de suite dans sa propre vision des choses les désirs du client et les contraintes de production de ses fournisseurs.

En matière de production au plus juste et d'assurance qualité, Etablissement I estime, à juste titre compte tenu de son rôle de concepteur-assembleur, que ses propres coûts et délais sont avant tout tributaires des performances de ses fournisseurs. Elle a donc mis sur pied depuis 1990 un programme d'amélioration de la production basé sur le principe suivant : "le prix dépend du délai; le délai dépend de la qualité et la qualité ne se contrôle pas, elle se fabrique"..

Etablissement I sensibilise donc ses fournisseurs aux bienfaits de la prévention des défauts et des pannes, plutôt qu'à leur correction. Pour ce faire, elle a mis sur pied une équipe d'une dizaine de personnes chargées d'aider les fournisseurs à satisfaire aux exigences de qualité. Etablissement I organise à l'attention de ces derniers des journées de formation consacrées à l'application de préceptes dérivés d'ISO 9000. Son objectif est de parvenir à un "autocontrôle" de la part de ses fournisseurs, pour pouvoir elle-même abandonner le contrôle systématique des pièces reçues. En échange de cette responsabilisation, les fournisseurs assument les frais inhérents à des retours de la part des clients de Etablissement I. Ainsi, en cinq ans, le taux de pièces non-conformes a passé de 16% à moins de 2%.

Dans les microtechniques, il est intéressant d'observer que les trois seules firmes ayant établi un partenariat avec d'autres firmes en matière de CIM sont des entreprises-pivot au sein de réseaux stratégiques. Il s'agit des cas suivants:

- ☐ fabricant d'appareils optiques,
- ☐ fabricant d'appareils de mesure,
- ☐ entreprise de visserie.

Cela montre que lorsqu'une firme est très dépendante de partenaires externes, elle cherche à harmoniser ses rapports avec les plus importants d'entre eux, dans le but de réduire le coût de coordination de ses activités. Ces trois firmes ont établi des coopérations technologiques avec les partenaires étrangers dont elles dépendent le plus.

Dans deux cas, l'objet de la coopération est, d'une part, la mise en place d'un système d'assurance qualité commun et, d'autre part, la mise en compatibilité totale de systèmes informatisés de gestion de mouvements de pièces. Ces deux objets sont, en fait, la pierre angulaire des rapports techniques et commerciaux entre partenaires. Dans le troisième cas, le but est de définir un système commun de gestion de plans, de modifications et de nomenclatures, afin de permettre l'utilisation de données de CAO, de FAO et de GPAO toujours identiques pour chacun des partenaires.

Selon les firmes interrogées, le partenariat durable entre firmes procure plusieurs apports en matière de CIM:

- ☐ il stabilise les prévisions et incite les fournisseurs à s'engager sur la voie de l'intégration des processus de production,
- ☐ la pression unique sur les prix cède le pas à une stimulation centrée sur la performance globale des firmes, ce qui favorise l'adoption de CIM,
- ☐ des liens plus étroits tissés dans la durée rassurent les fournisseurs et les poussent à optimiser leur performance, tant en phase de conception des produits que dans leur fabrication. Malgré cela, le partenariat durable ne signifie pas,

bien sûr, que la concurrence ne joue plus. Un fournisseur doit savoir qu'il peut être remplacé rapidement s'il abusait de sa situation,

- les clients transmettent plus volontiers des informations techniques et commerciales aux fournisseurs fiables et capables de les valoriser. En cela, le partenariat stimule l'intégration organisationnelle des processus de production.

Nous avons, jusqu'à maintenant, pris en compte les effets positifs de la coopération sur la diffusion de CIM, dans le but de tester la validité de notre hypothèse de recherche H3. A l'opposé, un manque de coopération entre les entreprises n'est pas non plus sans incidence sur leur trajectoire en matière de CIM.

10.1.3 Incidence sur CIM d'un manque de coopération entre partenaires d'un même système de valeur

Plusieurs fournisseurs de composants de microtechnique et de pièces d'horlogerie ont souligné les **blocages technologiques** que leur cause l'attitude de leurs clients. En effet, ceux-ci soumettent des exigences de production toujours plus fortes, sans pourtant s'engager dans la voie d'un partenariat. Pire même, ils n'hésitent parfois pas à laisser tomber du jour au lendemain des fournisseurs de longue date, en raison de prix trop élevés ou de performances jugées soudainement insuffisantes. Pour les entreprises qui font face à ce problème, il s'agit donc presque de pouvoir produire des composants sur mesure au prix d'une fabrication de masse.

Ces contraintes seraient davantage supportables si les fournisseurs pouvaient compter sur des commandes de grandes séries étalées dans un horizon temporel de six à douze mois, plutôt que de devoir faire face à une incertitude permanente. La perspective fiable d'un grand volume de production autoriserait des investissements technologiques. Or, dans le domaine de l'habillage de montres, par exemple, Alain Etienne, secrétaire de l'Union suisse pour l'habillage de la montre (USH), estime que ces conditions ne sont pas remplies (Cf. Encadré N°2):

Encadré N°2: incidence d'un manque de coopération durable

"La série moyenne de lancement des boîtes de montres en or fabriquée en Suisse est de l'ordre de 50 pièces, celle des boîtes en acier de 1'000 pièces. Avec de si petites séries et la multiplication de milliers de modèles esthétiquement et techniquement nouveaux créés par an (environ 4'000 en 1994), il est difficile de pousser suffisamment loin nos efforts de rationalisation et de robotisation... les boîtiers suisses devraient pouvoir compter sur des séries atteignant 400'000 à 500'00 pièces. Il faudrait pour cela que la Suisse lance une montre produite par millions avec des boîtes en métal." (extrait d'un article de Brandt, 1995)

Dans l'industrie horlogère, comme dans celle des microtechniques, l'éclatement des filières de production permet, certes, une spécialisation des entreprises, mais il augmente aussi l'incertitude des informations concernant la demande finale, surtout en amont des filières. Par conséquent, dans le doute, les fournisseurs n'osent pas risquer un effort technologique sans garanties de commandes de la part de leurs principaux clients. Ce phénomène est bien résumé par le fabricant d'outillage II (Cf. Encadré N°3).

Les relations de coopération sont rendues difficiles lorsque les firmes travaillent avec de nombreux partenaires dont les exigences productives ne sont pas identiques. Le fournisseur peut alors devoir s'adapter à plusieurs systèmes informatiques différents, se plier à des normes de qualité différentes ou encore suivre des philosophies de travail contradictoires lorsqu'un gros client joue sur les prix alors qu'un autre met l'accent sur les délais. Manquant de lignes directrices claires, le fournisseur est tenté de choisir la voie du statu quo et de la performance moyenne qui ne déçoit pas trop le client exigeant, sans pour autant être trop coûteuse. Dans la filière des montres mécaniques, ce problème existe. Les fournisseurs agissent en général pour le compte de plusieurs marques, en devant parfois couvrir tous les segments de marché, du bas jusqu'au très haut de gamme. Cette situation limite les possibilités réelles d'intégration des processus de production à l'échelle de groupes d'entreprises.

Encadré N°3: influence de l'incertitude des séries à produire sur les investissements technologiques

"Nous aimons bien investir dans les nouvelles technologies. Ici, personne n'est contre le progrès. Seulement, pour y parvenir, il faudrait que nous puissions tabler sur des volumes annuels de plusieurs millions de pièces et non pas de 300'000 à 500'000 pièces comme maintenant... C'est sûr, on pourrait être plus flexible mais, pour ça, il faut investir dans de nouveaux équipements avec de nouvelles méthodes. C'est risqué, parce que ça ne marche pas du jour au lendemain et, en même temps, qui vous dit que vos gros clients ne vont pas vous laisser tomber? Il faudrait qu'on ait plus de garanties à long terme. Et puis, si on connaissait mieux la demande en bout de chaîne, ça nous permettrait de lancer des plus grandes séries et d'en stocker une partie sans risques" (un responsable chez le fabricant d'habillement II)

Dans notre enquête, nous avons aussi constaté que les entreprises sont rarement disposées à ouvrir leur système d'information à d'autres entreprises et à partager des applications informatiques avec leurs partenaires de production. Elles ne coopèrent pas beaucoup dans ce domaine.

La firme d'établissage II, qui est la plus dynamique dans notre échantillon horloger en matière d'intégration externe des processus, explique cette situation de blocage par le fait que les entreprises tiennent à conserver une confidentialité totale sur les données de leur gestion et de leur évolution stratégique, commerciale et financière. L'ouverture informatique comporte évidemment des risques de fuites d'informations. Or, pour le moment, la majorité des firmes interrogées ne se trouve pas dans un contexte concurrentiel exigeant ce type d'ouverture et la prise du risque qui lui est lié.

10.2. Relations entre utilisateurs et fournisseurs de technologie CIM

La présente section cherche à vérifier l'hypothèse suivante:

H4	La coopération entre utilisateurs et fournisseurs de CIM contribue à la diffusion de composantes adaptées aux besoins des firmes.
----	---

La coopération est dite "technologique" lorsque le but conjoint et/ou les ressources mises en commun ou échangées sont de nature technologique.

Le fournisseur de technologie CIM met à disposition des firmes utilisatrices des équipements, des logiciels, mais aussi, de plus en plus, des conseils en organisation de la production et en gestion du changement. Ce sont donc ces trois aspects qui font l'objet de coopérations avec les utilisateurs de CIM.

10.2.1 Typologie de firmes par rapport à la coopération technologique avec des fournisseurs de CIM

Le tableau 10.2 montre l'état de la coopération technologique entre les firmes de notre échantillon et des fournisseurs de composantes de CIM. Il s'agit de distinguer entre les coopérations visant le développement d'équipements intégrés (hardware) et celles qui portent sur l'adaptation de logiciels d'intégration informatique (software).

Certaines firmes interrogées ayant exigé le respect de la confidentialité quant au nombre et aux noms de leurs partenaires de coopération, nous présentons les résultats obtenus sous la forme d'un ordre de grandeur (nombre de coopérations technologiques inférieur ou égal à cinq; supérieur à cinq), sans mentionner de noms. Ainsi, deux catégories de firmes apparaissent: celles qui ont des coopérations technologiques avec des fournisseurs de CIM et celles qui n'en ont pas établies.

Tableau 10.2: coopération technologique entre utilisateurs et fournisseurs de CIM

Firmes Interrogées	Types de fournisseurs de CIM	
	Hardware	Software at conseil
Firmes ayant des relations de coopération technologique		
Entreprise d'ingénierie en visserie	X	X
Etablisseeur I		X
Etablisseeur II		X
Fabricant d'appareils de mesure	X	X
Fabricant d'appareils optiques		X
Fabricant de micromécanique	X	X
Fabricant de microsystèmes	X	X
Fabricant de mouvements I	X	X
Fabricant de mouvements II		X
Fabricant de pièces d'habillage I		X
Manufacture I	X	X
Manufacture II		X
Firmes n'ayant aucune relation de coopération technologique		
Entreprise de décolletage I		
Entreprise de décolletage II		
Fabricant d'outillage de précision I		
Fabricant d'outillage de précision II		
Fabricant de chaînes d'assemblage		
Fabricant de mouvements III		
Fabricant de mouvements IV		
Fabricant de pièces d'habillage II		
Fabricant de pièces d'habillage III		
Manufacture III		
Manufacture IV		
Marque I		
Marque II		

A. Entreprises ayant des coopérations technologiques avec des fournisseurs de CIM

Dans le domaine du hardware, il s'agit essentiellement d'entreprises qui ont mis en place des équipements sophistiqués tels que des stocks automatisés (cas de l'entreprise de visserie et de la fabrique de mouvements I), des lignes d'assemblage automatisées (cas des firmes de micromécanique et de microsystèmes) et de machines de fabrication flexibles (cas de la manufacture I). Ces coopérations se déroulent, le plus souvent, avec un seul partenaire situé dans le périmètre régional de la firme utilisatrice.

Dans le cas du software, la coopération concerne principalement la mise en place de trois types d'applications:

- ☐ l'intégration de la GPAO avec les applications comptables et commerciales,
- ☐ les logiciels de CAO, de FAO et de GPAO,
- ☐ l'intégration de la CAO avec la FAO.

Dans le domaine du conseil en organisation de la production et de la gestion du changement, les objets de la coopération technologique portent sur les éléments listés dans le tableau 10.3:

Tableau 10.3: conseil en organisation et coopération technologique entre utilisateurs et fournisseurs de CIM

Domaines de coopération	Intérêt des firmes ²
Changements organisationnels	50%
Définition d'une stratégie CIM	33%
Changements relatifs au facteur humain/social	33%
Reconception des produits	25%
Mise en place de systèmes de certification de qualité	8%

² En pourcentage des douze firmes de notre échantillon ayant une ou plusieurs coopérations technologiques avec des fournisseurs de CIM.

De façon générale, les douze entreprises de notre échantillon qui ont des coopérations technologiques avec des fournisseurs de CIM partagent certaines caractéristiques:

- ☐ expérience préalable en rapport avec l'informatisation et l'automatisation des processus de production,
- ☐ expérience préalable de coopération technologique avec des fournisseurs d'équipements et/ou de software,
- ☐ affectation de plusieurs collaborateurs qualifiés, déchargés de leurs tâches courantes, à des projets CIM situés en dehors du champ d'activités quotidiennes,
- ☐ situation de proximité géographique avec le(s) partenaire(s) de coopération,
- ☐ contact personnel préexistant entre un membre de la direction et un responsable de la firme fournissant les composantes de CIM.

B. Entreprises n'ayant pas de coopérations technologiques avec des fournisseurs de CIM

Pour les entreprises qui ont mis en place des composantes d'intégration de la production, le fait de ne pas coopérer avec des fournisseurs de technologie comporte deux raisons principales. Soit cela reflète la volonté de ne pas mêler un agent externe au développement de processus de production jugés secrets, soit cela dénote un scepticisme ou une méconnaissance en regard des apports de la coopération technologique.

Les treize firmes de notre échantillon qui n'ont pas recouru à la coopération technologique avec des fournisseurs de CIM partagent un certain nombre de caractéristiques:

- ☐ direction de l'entreprise assumée par un ou quelques responsables marquant peu ou pas d'intérêt pour CIM,
- ☐ conviction que les fournisseurs de CIM ne peuvent pas apporter de solutions à des problèmes de production trop spécifiques,

- ☐ absence d'expériences préalables de coopération avec des fournisseurs de technologie ou expériences non réussies.

10.2.2 L'influence des relations de coopération de type "utilisateur-fournisseur" sur la diffusion de CIM

Tout d'abord, il importe de préciser que le fait de ne pas coopérer avec des fournisseurs de technologie n'empêche pas les firmes d'adopter certaines composantes de CIM. Pour ce faire, elles recourent à des solutions de type standard, si leurs besoins ne sont pas spécifiques. Sinon, elles mettent au point leurs propres composantes de CIM, comme le font le fabricant de chaînes d'assemblage, de même que le fabricant d'habillage de montres III.

Néanmoins, le fait de coopérer permet aux entreprises de débloquer des situations où leurs besoins deviennent beaucoup trop spécifiques pour adapter des solutions standards du marché ou pour mettre au point leur propre technologie. Dans notre enquête, l'influence des relations de coopération technologique entre utilisateurs et fournisseurs de CIM a été observée à trois niveaux:

- ☐ pour l'entreprise de visserie, le fabricant de micromécanique et le fabricant de mouvements I: dans le développement de stocks automatisés, de machines flexibles, de machines spéciales à CNC ou de lignes automatisées d'assemblage,
- ☐ pour le fabricant d'appareils de mesure et le fabricant de mouvements I: dans la mise au point d'appareils de contrôle et de systèmes opto-électroniques pour la traçabilité des flux de composants en ateliers ,
- ☐ pour les douze cas de coopération technologique répertoriés par notre enquête: dans la mise en place de systèmes informatiques de gestion et de production intégrés .

Nous avons identifié trois cas particuliers où la relation entre l'utilisateur et le fournisseur de technologie exigeait la définition commune d'un cahier des charges et l'implication de l'utilisateur dans la conception et la mise au point de la technologie CIM. Ces cas concernent:

- ☐ le fabricant de micromécanique, lors de la conception et la mise en place d'une chaîne complète de fabrication et de montage automatisée,
- ☐ le fabricant de mouvements I, lors de la conception et de la mise en place d'un système intégré de gestion de la production (GPAO), incluant la prise en compte d'un stock automatisé et d'engins philoguidés,
- ☐ le fabricant de microsystèmes, lors de la mise en place d'une ligne d'assemblage automatisée, intégrée avec ses systèmes informatiques de FAO, de GPAO et de contrôle de qualité.

Ces trois firmes ont coopéré avec leurs fournisseurs de technologie, parce que la composante de CIM à mettre en place était de conception inédite et méconnue, du point de vue de ses performances, tant par le fabricant que par l'utilisateur. Chaque partie pouvait et devait apprendre de l'autre, de ses exigences et de ses contraintes.

Pour ces trois exemples, la coopération est profitable et possible, parce que l'utilisateur et le fournisseur se sont engagés à respecter mutuellement la confidentialité qu'exige toute innovation en matière d'équipement de production. A ce propos, le fournisseur du fabricant de microsystèmes a exigé de pouvoir compter sur la discrétion de ce dernier au cas où d'autres fabricants l'approcheraient ou viendraient dans son usine pour installer d'autres machines complémentaires. De même, l'utilisateur a voulu avoir la garantie que son fournisseur, qui lui a fourni une solution technologique incorporant forcément un ensemble de données et de "know-how" sur sa façon de produire, ne s'en servira pas tel quel chez un autre client avec lequel l'utilisateur est en concurrence directe. Cet accord a fait l'objet d'un contrat écrit.

L'encadré N°4 illustre dans le détail le cas de coopération technologique entre la firme de micromécanique (dénommée par la suite "Micromécanique") et un ensemble de fournisseurs de technologie CIM, dont l'élément coordinateur est, en fait, un organisme de transfert de technologie. Le cas de "Micromécanique" confirme l'hypothèse formulée dans la présente section à propos du rôle des réseaux de coopération dans la mise en place de CIM. En effet, grâce à ses relations étroites avec le fournisseur "X", l'entreprise utilisatrice a

Encadré N°4: cas de coopération entre utilisateurs et fournisseurs du CIM

En matière de CIM, le cas du fabricant de micromécanique (que nous nommons "Micromécanique" afin d'alléger la lecture de ce cas) illustre très bien à la fois l'ampleur d'une démarche CIM complète et le rôle clé de la coopération avec certaines institutions dans la concrétisation d'une telle démarche. Tout débute en 1991, lorsque l'entreprise change de propriétaire. La nouvelle direction décide de faire front à la concurrence japonaise. Celle-ci domine la fabrication de pièces bas de gamme, au point que Micromécanique se retrouve condamnée à produire un nombre restreint de pièces dans le haut de gamme. A terme, cette stratégie de niche n'est plus viable.

Le conseil d'administration décide donc une réorientation stratégique: Micromécanique doit parvenir à fabriquer des pièces bas de gamme à des prix presque identiques à ceux de la concurrence, tout en étant capable de produire en petites séries -à la commande- et de mieux différencier ses produits. Le pari est ambitieux et exige une refonte des procédés de fabrication, au profit de lignes de production automatisées. Pour ce faire, la conception du produit doit aussi être revue: le nombre de composants diminue, les pièces sont standardisées et répertoriées sur un système informatique de CAO en vue d'une récupération ultérieure aisée et rapide, qui autorise des gains de temps et d'efficacité (élimination de doubles saisies et réduction du risque d'erreurs liées à celles-ci). Dans un premier temps, Micromécanique s'adresse à quelques partenaires locaux, par le biais d'un membre de son conseil d'administration. La proximité géographique et personnelle des partenaires favorise, à priori, les desseins du projet. Mais, celui-ci stagne.

Une seconde phase démarre lorsque Micromécanique entre en relation avec le fournisseur "X", par hasard lors d'une conférence sur CIM. Dès lors, le projet prend son envol: le fournisseur "X" aide Micromécanique à redéfinir ses besoins en matière de CIM. Ensuite, il oriente l'entreprise vers l'une de ses antennes à Lausanne spécialisée dans la CAO.

Encadré N°4: cas de coopération entre utilisateurs et fournisseurs de CIM (suite)

Le fournisseur "X" aiguille aussi Micromécanique vers un fabricant de lignes de production automatisées de la région neuchâteloise. Par ailleurs, toujours par l'entremise du fournisseur "X", Micromécanique conclut un accord de collaboration avec un spécialiste étranger de l'automatisation de processus. Ce dernier étant situé aux Pays-Bas, le fournisseur "X" demande alors l'appui financier de la CERS⁷, au titre d'un projet de recherches européen EUREKA. La CERS contribue ainsi à 50% des coûts du projet, à condition que celui-ci permette à une institution suisse participante de profiter des résultats de recherches appliquées⁸. Enfin, le fournisseur "X" appuie "Micromécanique" dans la phase délicate consistant à impliquer le personnel de l'entreprise dans ces changements, à l'aide d'une méthode de simulation sociale de rôles mise au point par une société américaine de conseil en organisation.

⁷ Communauté d'Encouragement à la Recherche Scientifique (CERS).

⁸ Cette condition a été remplie en impliquant deux hautes écoles techniques de Suisse romande.

pu se fixer une stratégie de changement technologique, accéder à des compétences de type CIM éclatées entre plusieurs agents, difficiles à repérer et à mobiliser. A partir du fournisseur "X", "Micromécanique" s'est donc tissé un remarquable réseau de compétences techniques et a bénéficié de ressources humaines et financières dont elle n'aurait pas pu disposer seule.

Le résultat final procure une satisfaction réciproque aux partenaires. "Micromécanique" dispose d'un outil de production performant, alors que les fournisseurs de CIM ont accumulé grâce à ce projet une expérience fort précieuse pour la conduite de nouveaux projets. On constate donc que le développement global de CIM dans l'industrie passe par des effets d'apprentissage mutuel entre les firmes, qui servent de terrain d'essai, et les fournisseurs chargés de formaliser et de diffuser ces expérimentations.

Selon les cas que nous avons observés, la coopération technologique contribue à la diffusion de CIM à plusieurs égards:

- ☐ dans la définition d'une stratégie d'adoption de CIM (cas de la firme de micromécanique, de la firme de microsystèmes, du fabricant de mouvements II et de la manufacture I),
- ☐ dans l'adaptation d'applications informatiques intégrées de conception (CAO) aux particularités de l'entreprise et de ses produits (cas de la manufacture I),
- ☐ dans l'adaptation et la mise en place de composantes d'intégration interne de fabrication répondant aux besoins particuliers de l'entreprise (cas de l'entreprise de micromécanique, du fabricant de microsystèmes et du fabricant de mouvements II),
- ☐ dans l'adaptation et la mise en place de composantes d'intégration externe de la production (cas de l'entreprise de viagerie et du fabricant d'appareils de mesure),
- ☐ dans le développement d'applications informatiques intégrées pour la comptabilité, la gestion de production, les approvisionnements et les ventes (pour les douze cas considérés).

10.3 Le rôle du milieu industriel dans la diffusion de CIM dans les entreprises

Le chapitre 6 de cet ouvrage a souligné l'influence que peut avoir un milieu industriel, non seulement sur les choix technologiques faits à un moment donné par une industrie, mais aussi sur l'application de ces choix et la concrétisation des mesures décidées. Nous avons formulé les hypothèses suivantes:

H5	L'existence d'un milieu industriel dense et dynamique favorise l'échange d'expériences en matière de CIM entre les entreprises.
H6	La diffusion de CIM dans un milieu industriel dépend de sa compatibilité avec les valeurs traditionnelles de ce milieu.

Un milieu innovateur accélère la mise en place de nouvelles technologies, alors qu'un milieu inhibiteur en retarde ou en empêche l'éclosion. Il convient d'évaluer la portée pratique de ces arguments dans l'industrie de la montre mécanique et dans celle des microtechniques.

L'influence de la variable "milieu" sur la diffusion de CIM est examinée sous deux angles différents:

- ☐ par rapport aux échanges personnels et informels d'informations liées à CIM,
- ☐ par rapport au poids des structures économiques, techniques et sociales existantes.

10.3.1 Milieu industriel et échanges de connaissances et d'expériences en matière de CIM

L'influence du milieu sur la diffusion de CIM est très perceptible au niveau des échanges informels de connaissances et d'expériences technologiques entre responsables de production. Dans notre enquête, les échanges informels de connaissances et

d'expériences en matière de CIM concernant neuf entreprises sur les vingt-cinq interrogées:

Dans l'horlogerie mécanique

- ☐ les manufactures I, III et IV,
- ☐ l'établissement I,
- ☐ les fabricants de mouvements II et IV

Dans l'industrie des microtechniques

- ☐ le fabricant d'appareils optiques,
- ☐ le fabricant de micromécanique,
- ☐ le fabricant de chaînes d'assemblage

Ces firmes ne collaborent pas directement entre elles, mais il arrive que plusieurs d'entre elles coopèrent avec un même partenaire. La coopération consiste en un échange informel de connaissances technologiques détenues par chacun des partenaires. Son objet est alors un troc où chaque partie voit s'accroître son stock de savoir et d'expériences. Ce type de partenariat peut s'accompagner d'un échange de personnel ayant expérimenté un changement technologique. Il est assez simple à mettre en oeuvre, car il n'y a pas de création technologique commune, ni d'activités partagées. Les entreprises recherchent un effet de levier de connaissances en échangeant leurs propres informations et expériences technologiques contre celles de leurs partenaires.

Pour ces entreprises, le milieu apporte un ingrédient de confiance et de convergence de points de vue qui compte beaucoup dans ce que l'on pourrait appeler la "chimie" de la coopération. En effet, leur appartenance à un même milieu industriel³ les amène à

³ Dans l'horlogerie, un milieu industriel dense se perpétue depuis longtemps. Les responsables connaissent souvent à titre personnel -et même plutôt bien- leurs collègues d'autres firmes. Leurs parcours professionnels n'ont en fait pas cessé de se croiser, depuis les études, jusqu'à la direction de sociétés, en passant par exemple par les laboratoires de feu ASUAG-SSIH ou par les ateliers de Omega. Ils se côtoient aussi au sein des institutions de recherche et de sauvegarde d'intérêts généraux de l'horlogerie suisse. A cette densité institutionnelle s'ajoute une proximité géographique très forte qui fait dire à un responsable horloger de la Vallée de Joux que

dépasser les barrières habituelles de la concurrence pour discuter de problèmes technologiques communs, apprendre les uns des autres et, éventuellement, chercher des solutions collectives. Entre responsables d'entreprises concurrentes, il n'est pas rare de parler de machines et de logiciels ou de comparer les modes d'organisation de la production.

Un exemple concret se rapportant à la fabrique de mouvements II illustre comment fonctionne l'échange d'expériences en matière de technologie de production et ce qu'il peut apporter (Encadré N°5):

Encadré N°5: exemple concret de coopération entre partenaires de production industriels

Au début des années 1990, le fabricant de mouvements II hésite à se lancer dans l'achat d'un équipement flexible destiné à la fabrication. Les avantages de celui-ci sur le papier semblent décisifs, mais la direction n'est pas convaincue de ses performances effectives pour des séries délicates destinées aux pièces de haut de gamme. A l'époque, le responsable de la production sait qu'une maison concurrente, située à proximité de son entreprise, a déjà cet équipement et le bruit court, dans les "coulisses" horlogères de la région, que cet équipement donne satisfaction. A priori, cela semble difficile à croire. Faisant jouer ses relations personnelles, il prend alors la liberté de contacter une connaissance travaillant précisément chez le concurrent en question. Après lui avoir expliqué la situation, il obtient de ce "contact" et en échange d'un service futur éventuel de pouvoir aller sur place, pour observer l'équipement en pleine action et même de tester ce dernier sur les pièces délicates qui font hésiter sa société. Peu de temps après, la direction, informée de cette démarche et du succès du test effectué décide d'investir dans cet équipement.

"l'horlogerie est une grande famille, une seule grande entreprise qui occupe 30'000 personnes sur un petit territoire régional".

Les apports des échanges informels, dans les cas que nous avons identifiés concernent:

- ☐ le conseil quant à l'utilisation et la mise en place de composantes de CIM,
- ☐ le conseil quant au choix des fournisseurs de CIM et la mise en relation éventuelle avec ceux-ci,
- ☐ la concertation face à des problèmes d'intégration de production avec des fournisseurs ou des clients communs,
- ☐ la démonstration d'équipements à des collègues.

Il est clair que ce genre d'échanges informels "donnant-donnant" ne se produit que dans la mesure où les échanges n'impliquent pas des éléments confidentiels relatifs aux aspects commerciaux ou aux nouveaux modèles. Néanmoins, sans que cela se fasse au grand jour, les entreprises arrivent à apprendre les unes des autres sans que cela ne nuise à quiconque.

10.3.2 Milieu industriel et évolution technologique: le poids des structures existantes

Cette section ne concerne que les entreprises du milieu industriel horloger. Cette démarche restrictive s'explique ainsi:

- ☐ tout d'abord, l'industrie des microtechniques, fondée sur la combinaison de technologies et telle que nous l'avons observée dans notre enquête trouve son origine vers la fin des années septante. Contrairement à l'horlogerie, elle est donc bien trop récente pour constituer un milieu industriel dont l'acquis technique, économique, structurel et social possède une influence significative sur la diffusion de nouvelles technologies.

- ensuite, les entreprises de microtechnique de notre échantillon sont à la fois trop disparates dans leurs activités et trop dispersées géographiquement pour avoir pu se forger un vécu commun au sein d'un territoire donné. Elles ne sont donc pas suffisamment représentatives de la jeune histoire du milieu industriel des microtechniques.

A. Propriétés du milieu horloger et propriétés de CIM

Dans le chapitre 6, nous avons évoqué le rôle de "filtre" que peut jouer un milieu industriel par rapport à une innovation technologique donnée. En effet, la stratégie économique, l'organisation de production, la culture technique ou les valeurs sociales que se forge une industrie au cours du temps pèsent sur les choix des entreprises confrontées à un changement profond qui, souvent, entre en conflit avec cet acquis historique. Compte tenu de son passé et des valeurs qu'il défend, un milieu industriel se crée donc une "vision" collective de la technologie nouvelle, de ce qu'elle doit apporter.

Le tableau 10.4 compare les propriétés du milieu industriel de la montre mécanique tel que nous l'avons observé aux propriétés d'un milieu propice à une large diffusion de CIM. Cette comparaison fait ressortir l'horlogerie mécanique comme un milieu plutôt fermé à un modèle de production très intégré.

En premier lieu, les entreprises ne sont pas férues de coordination des processus de production entre elles. Leurs relations, peu formalisées pour des questions de proximité personnelle et géographique, ne se prêtent pas volontiers à une informatisation inter-firmes telle qu'on la trouve dans le secteur automobile ou électronique, par exemple.

Le milieu horloger reste imprégné d'autonomie individuelle pour ce qui est de la gestion des affaires, même si la production résulte d'une action collective. Toutefois, l'absence d'une vision collective concernant l'intégration de processus de production entre firmes s'explique aussi et surtout par rapport à une situation concurrentielle et structurelle très particulière que nous allons présenter plus en détail dans les sections à venir.

Tableau 10.4: conflits entre un système productif propice à CIM et le milieu industriel de la montre mécanique

Sources de conflits	Propriétés d'une industrie fondée sur CIM	Propriétés du milieu de la montre mécanique
<i>Autonomie stratégique des firmes</i>	Forte coordination entre firmes	Forte tradition d'autonomie et faible coordination stratégique entre firmes
<i>Relations entre firmes</i>	Echanges formalisés par la technologie (codes, formats, normes, etc.)	Echanges de type personnel et peu formalisés par la technologie
<i>Technologie</i>	Nécessité d'investir dans une technologie "ouverte"	Investissements récents effectués sans tenir compte de la compatibilité avec d'autres firmes
<i>Contraintes de marchés</i>	Forte pression technologique de la concurrence	Pression technologique faible dans le haut de gamme, forte dans le bas de gamme
<i>Stratégie industrielle</i>	Recherche de nouveaux avantages compétitifs	Différenciation des produits; stratégie du "revival" avec des montres anciennes réactualisées

Au niveau concurrentiel, les marques de haut de gamme n'ont pas de forte concurrence étrangère qui les pousse à se lancer à fond dans CIM. De plus, même s'il existe une certaine concurrence étrangère dans la production de composants de montres, aux dires des responsables horlogers interrogés celle-ci ne fonde pas sa réussite sur l'intégration des processus de production. En ce sens, l'industrie de la montre mécanique ne subit pas de véritable pression technologique extérieure. Cela ne l'incite donc pas à envisager un autre paradigme technologique que celui qu'elle a mis en place depuis plus de dix ans. En revanche, le bas de gamme et, dans une moindre mesure, le moyen de gamme, doivent se montrer plus ouverts aux techniques de fabrication et d'assemblage automatisées, sous peine d'être devancés par la concurrence des pays à bas salaires. Bien que favorable sur le plan commercial, cette situation n'est pas exempte d'inconvénients sur le plan de l'évolution technologique. En effet, si le milieu horloger, par manque de pression concurrentielle externe, se replie sur lui-même, il risque de s'appauvrir et s'affaiblir. Il n'accepte plus que les changements qui correspondent à ses valeurs, et non pas ceux que la concurrence extérieure -qu'il ne verrait plus venir- rend tout à coup nécessaires.

Sur le plan de la stratégie commerciale, l'horlogerie mécanique suisse poursuit une stratégie de consolidation d'avantages qu'elle a acquis depuis le milieu des années quatre-vingt. Elle a actuellement tendance à se tourner vers le passé, afin d'y retrouver d'anciens modèles dont l'esthétique et la fonctionnalité conviennent très bien aux marchés qui réclament de l'originalité et une forte différenciation des produits. Elle n'est donc réceptive aux technologies de l'intégration productive que dans la mesure où celles-ci apportent une contribution à cette stratégie. C'est le cas de la CAO, de la reconception modulaire et des équipements de fabrication flexible, qui facilitent la réactualisation et la production en petites séries économiques de modèles anciens, pour lesquels on ne dispose parfois plus que de plans jaunis.

Les sections suivantes montrent que les propriétés du milieu industriel de la montre mécanique exercent une influence duale, tantôt en faveur de CIM, tantôt en sa défaveur. C'est ce qui explique la diffusion très inégale des composantes de CIM dans cette industrie (Cf. Tableau 8.3, chapitre 8).

B. Influence sur CIM de l'acquis technique du milieu horloger

L'horlogerie mécanique suit un chemin très progressif d'amélioration continue du produit et des procédés dont la base technique reste stable à long terme⁴. Les firmes ne doivent pas affronter les mutations techniques -et donc, en général, économiques aussi- que subissent régulièrement des secteurs tels que les microtechniques incorporant des microsystèmes très évolués (lecteurs optiques, microstructures électroniques, etc.) ou recourant à des technologies de production instables, fondées sur des équipements très évolutifs.

Suite à la terrible crise productive des années septante, les manufactures, les marques et les fournisseurs de mouvements ont "repensé" leurs lignes de produits sur des bases modulaires, afin de tirer profit de la standardisation des composants lors du développement de nouveaux modèles (possibilités accrues de recourir à l'informatique, par exemple) et de pouvoir répartir les coûts élevés de la R&D (nouveaux calibres, matériaux spéciaux, etc.) sur un grand nombre de modèles pendant plusieurs années. Les entreprises bénéficient depuis assez longtemps des apports de la CAO et les données de celle-ci peuvent être récupérées par les applications de FAO et les équipements pilotés par ordinateur, lorsque les firmes en possèdent.

Il est frappant de voir à quel point la fabrication de montres mécaniques reste une activité tantôt normalisée, très routinière et bien adaptée à l'usage de machines, tantôt manuelle -presque artisanale- et peu automatisable. Les pièces de mouvements sont "ébauchées" soit en grandes quantités par des machines spécialisées, lorsque le ratio "volume/variété" est grand, soit en quantités restreintes par des machines à CNC plus flexibles et reliées aux applications de FAO et de GPAO, lorsque le ratio "volume/variété" est petit. L'usage de la technologie flexible est ici intimement lié à la taille des lots mis en

⁴ Ce qui ne signifie nullement qu'on n'innove pas ou qu'on ne sorte pas des lignes tracées par Breguet ou Patek. Ludwig Öchslein et l'entreprise Ulysse Nardin, par exemple, le prouvent avec leurs montres très originales, pleines de mécanismes non conventionnels.

fabrication, à la fréquence de changement des séries et au volume de production. Plus les séries sont petites et variables, plus la technologie flexible est utile.

L'automatisation des procédés porte également, dans certains cas, sur l'assemblage et l'emboîtement de mouvements, pour autant que la production soit de grande série (plusieurs centaines de milliers de pièces), avec une variété limitée et sans complications techniques telles que tourbillons ou répétition-minutes. Néanmoins, une part importante des opérations restent du domaine de l'ouvrier spécialisé, habile de ses mains et utilisant des petits outils ou des machines conventionnelles non informatisées.

La culture technique séculaire a un impact très fort sur l'approche des systèmes d'assurance et de gestion de la qualité dans l'horlogerie mécanique. Plusieurs facteurs propres à l'horlogerie suisse limitent sérieusement l'intérêt de certification de type SQS ou ISO, ainsi que la conversion des firmes aux préceptes du TQM:

- ☐ la culture séculaire du travail soigné et minutieux,
- ☐ l'existence, de longue date, de normes et d'institutions certifiant la qualité des montres,
- ☐ la proximité géographique et professionnelle de toutes les entreprises de la filière de production.

En revanche, au niveau des procédés de production, la rigueur des normes de certification peut s'avérer utile. Les horlogers s'inspirent des principes de la certification ISO 9000, très en vogue de nos jours, car elle comporte des avantages internes à l'entreprise tels qu'une meilleure détection des défauts "à la source", une diminution des coûts d'obtention de la qualité ou une amélioration de la motivation des collaborateurs. Appliquées à la carte et non pas au pied de la lettre, ces mesures ne sont jamais superflues.

Par ailleurs, l'horlogerie suisse dispose d'un appareil scientifique de R&D performant, notamment à Neuchâtel (CSEM, observatoire et laboratoire horlogers), grâce auquel elle reste ouverte sur l'évolution du monde. Toutefois, le regard extérieur du non-initié perçoit, de manière subjective sans doute, comme une monoculture technique écrasante, davantage tournée vers les prouesses des produits mécaniques du passé que vers les technologies du futur, et

qui marginalise les sources de changements techniques "déviantes". On ne peut se départir de l'impression qu'il est impossible de bien faire d'autres montres mécaniques autrement.

C. Influence sur CIM de l'acquis social et organisationnel du milieu horloger

Sur le plan social, la crise des années septante et la chute de la "nébuleuse" ASUAG-SSIH a favorisé la dispersion de cadres Industriels qui occupent désormais des postes à responsabilités dans de nombreuses sociétés. Ce phénomène explique en partie les bons contacts personnels et les relations de coopération existant entre une majorité d'entreprises du milieu industriel horloger, ainsi qu'entre ce dernier et des secteurs pourvoyeurs d'équipements de production, comme les microtechniques et la machine-outil, vers lesquels des horlogers se sont dirigés après la crise.

La crise des années septante a laissé des traces dans l'esprit des dirigeants horlogers actuels, qui étaient à l'époque, pour la plupart, de jeunes techniciens. Il en résulte une volonté marquée de leur part de ne plus se laisser surprendre de la sorte par un changement technologique quel qu'il soit, CIM y compris. On tient donc à suivre la progrès technologique et à l'adapter au mieux et dans les meilleurs délais à la réalité horlogère. Cette volonté se concrétise clairement pour des composantes de CIM qui améliorent l'efficacité individuelle des firmes dans la conception de produits toujours plus précis et de très haute qualité.

En revanche, la conception traditionnelle de l'organisation du travail dans le milieu horloger entre en contradiction avec les propriétés de certaines composantes de CIM telles que les îlots de fabrication. Les îlots de fabrication -que l'on rencontre de plus en plus dans le secteur automobile et l'industrie des machines- ne sont pas du tout répandus dans la fabrication de montres. Seule la manufacture I s'est lancée dans la constitution d'îlots de fabrication organisés autour de types de pièces similaires et non plus en fonction de types d'opérations et/ou de machines. Ces îlots portent, pour l'instant, sur la fabrication de ponts, de rouages, de roues, de platines, de ponts, de pièces en acier et sur la terminaison. La logique organisationnelle des îlots est envisageable pour certaines opérations de fabrication. En revanche, elle ne se prête pas à l'assemblage de montres, où les

lignes de produits et les "chemins de production" qui en résultent sont clairement dissociés pour des questions de complexité et de finesse de travail. On ne monte pas une grande complication comme on assemble une montre de série.

Il est aussi utile de considérer certaines conditions sociales inhérentes à l'organisation de la fabrication en îlots: elle suppose un assouplissement des horaires et elle ne permet pas le recours au travail intérimaire, puisque l'efficacité des employés n'est satisfaisante qu'après un certain temps d'adaptation à la logique productive de l'îlot auquel ils sont affectés. On peut se demander si cette logique de fabrication convient réellement à certaines firmes qui recourent beaucoup à la "flexibilité numérique"⁵ en engageant des travailleurs frontaliers à titre intérimaire. L'ajustement direct du niveau d'emploi au niveau d'activité finit par provoquer un renouvellement exagéré des ressources humaines. Or, cela ne permet pas de stabiliser les compétences requises par les îlots de fabrication et leur production en flux tendus (Paché et Paraponaris, 1993).

Selon le directeur de la fabrique de mouvements IV, les îlots de fabrication ne se diffusent pas bien dans l'horlogerie, parce qu'ils contraignent les dirigeants à accepter des surcapacités momentanées de production en termes d'effectifs ou de qualifications. En d'autres termes, il s'agirait pour eux de reconnaître que les opérateurs combinant à bon escient un temps de travail productif et un temps de formation interne, nécessaire à la circulation des expériences personnelles et à la constitution, par cette voie, d'une maîtrise collective de l'îlot de fabrication. Cette approche souple du temps de travail convient aux industries dont la part relative du coût du travail est réduite. Mais, dans l'horlogerie mécanique -industrie à faible intensité capitalistique- il n'est pas du tout acquis que cette approche convienne aux industriels. Elle devrait, par contre, séduire les syndicats, pour autant qu'elle ne soit pas assortie d'une diminution de salaire.

⁵ La flexibilité numérique exprime la rapidité d'ajustement du volume d'emploi au volume d'activités, contrairement à la flexibilité fonctionnelle qui désigne l'ajustement des moyens et de l'organisation aux volumes et à la variété de production, notamment grâce à une mobilité interne des salariés.

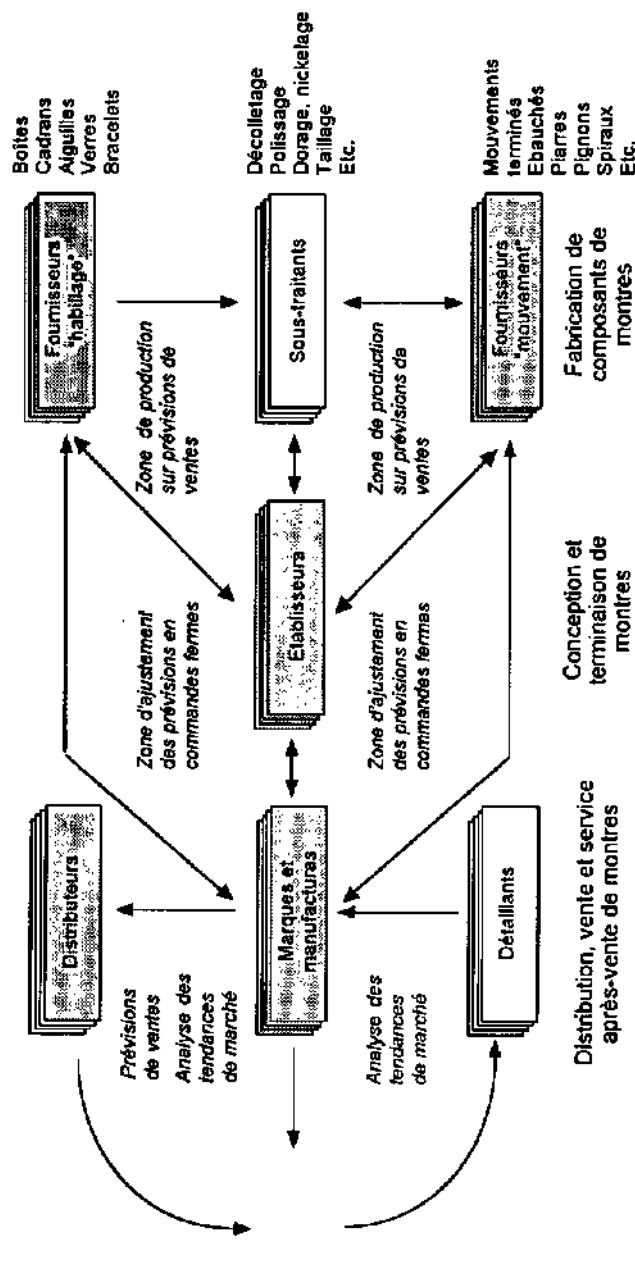
Une autre cause plausible à l'absence d'îlots dans la production de montres mécaniques serait le **manque de personnel polyvalent en fabrication**, en partie dû à la crise horlogère des années septante. En effet, pour qu'un îlot fonctionne correctement, le personnel doit être capable de travailler indifféremment sur plusieurs lignes de produits, même s'il s'agit de pièces délicates de haut de gamme. Or, la fabrication de montres mécaniques reste clairement segmentée. Il y a celles et ceux qui, à chaque opération, travaillent les pièces d'exception -de haute qualité- et il y a les autres, dont le tour de main n'est pas aussi fin. La réalisation et le contrôle de qualité des pièces destinées au très haut de gamme ne s'improvise pas du jour au lendemain sous prétexte que la fabrication s'organise en îlots. Tout le monde ne possède pas des "mains d'or" pour travailler des montres-squelettes en métal précieux ou des mouvements à tourbillon et cette capacité ne se transmet pas d'une personne à l'autre sur simple requête de la direction.

D. Influence sur CIM de l'acquis structurel du milieu horloger

Au niveau structurel le **système de production** des montres mécaniques comporte une grande diversité d'entreprises. On y trouve, du côté des marques, de très grandes firmes multinationales qui ne dépendent pas que de l'horlogerie, de prestigieuses manufactures souvent verticalement intégrées, mais aussi parfois organisées en réseaux. Dans la partie dédiée à la réalisation des mouvements et des fournitures d'habillage (boîtes, cadrans, aiguilles, bracelets), quelques firmes de tradition industrielle et de taille importante côtoient une nuée de petites entreprises à vocation artisanale, spécialisées dans la confection d'un type de pièces ou dans la réalisation d'opérations délicates. Compte tenu de la spécialisation poussée de toutes ces entreprises, la filière de production des montres mécaniques est atomisée.

La figure 10.2 illustre l'atomisation de la filière de production des montres mécaniques et met en évidence les circuits d'information et de commande de pièces, depuis le détaillant jusqu'aux fournisseurs et aux sous-traitants. On constate que l'horlogerie mécanique ne répond pas directement à la demande finale. Hormis certaines exceptions, elle vend à des distributeurs, qui vendent eux-

Figure 10.2: fragmentation de la filière de production de montres mécaniques



mêmes à des détaillants, avant que ceux-ci n'écoulent les montres vers les consommateurs. Il en résulte une difficulté à prévoir les volumes et les spécifications désirés par les marchés finaux. Les manufactures et les marques produisent sur la base de prévisions de commandes qu'il s'agit d'ajuster dès que possible, puis de renégocier avec les fournisseurs. Ce phénomène ralentit et déforme les flux d'informations, notamment les flux de commandes et de gestion de production. Il provoque un effet d'accordéon entre les prévisions de ventes et les commandes fermes à passer, ce qui occasionne des perturbations évitables dans les usines situées tout en amont de la filière de production.

Certes, l'atomisation de la production offre des avantages liés à la spécialisation des compétences et des ressources de production, qui favorisent la diversité, l'inventivité et l'innovation. De plus, la concentration de la fabrication de mouvements dans un petit nombre de firmes permet des économies d'échelle qui profitent aux marques, dont la différenciation peut alors se faire sur l'habillage. Mais, elle comporte également des inconvénients sérieux lorsqu'il s'agit de réaliser des changements technologiques de grande envergure tels que CIM. A propos de l'industrie horlogère suisse, Glasmeier (1991, p. 470) insiste sur la dilution des responsabilités, sur le manque de taille critique des firmes confrontées à la nécessité d'investir et sur la difficulté à s'entendre sur une stratégie commune cohérente (Cf. Encadré N°6):

Encadre N°6: fragmentation de la filière horlogère et diffusion des composantes d'intégration externe de la production

"...disintegrated systems may neither accumulate profits nor demonstrate a collective will to make essential investments in research, marketing and distribution in response to technological change...network production systems are vulnerable to technological threats from the outside." (GLASSMEIER; 1991, p. 470)

Hormis le cas des manufactures qui assument seules la plupart des fonctions, la responsabilité de production est diluée entre différents acteurs ayant chacun un rôle spécifique. La prise de décision est fractionnée et peut donc se révéler lente. De plus, comme le relève

la Fédération Horlogère (1991), le lancement de la production en séries n'aboutit pas nécessairement à un volume de ventes suffisant susceptible de rentabiliser les investissements en technologies nouvelles.

L'atomisation de la filière de production limite donc la taille critique des entreprises et leur potentiel de transformation technologique interne. De même, elle limite l'intérêt pour les fabricants d'équipements avancés de développer des solutions sur mesure pour l'horlogerie, puisque seuls des groupes comme SMH ou Rolex et de rares fournisseurs de composants fabriquent des volumes de pièces suffisamment importants pour rentabiliser de tels équipements. A terme, les composantes techniques de CIM adaptées à l'horlogerie pourraient souffrir du désintérêt des fabricants d'équipements.

En plus de limiter la taille critique des firmes, la fragmentation de la filière de production ne facilite pas non plus la mise en place de composantes de CIM (juste-à-temps, systèmes informatiques partagés, par exemple) dont l'efficacité est tributaire d'une cohérence technique et gestionnelle collective. Elle pénalise également l'exécution concurrente des tâches et le partage de données informatiques entre les processus de conception et de fabrication éclatés entre plusieurs firmes. Or, toutes ces composantes de CIM ne sont pas moins utiles à l'échelle de plusieurs entreprises, même indépendantes, qu'à l'échelle d'une seule firme.

Le poids économique de groupes industriels tels que SMH, Rolex, Cartier ou Investcorp comporte des aspects positifs et négatifs. Ces groupes peuvent, s'ils le désirent, orchestrer et orienter la filière de production dans des directions technologiques cohérentes, propices à l'intégration des processus de production. Leurs commandes insufflent un certain dynamisme technologique chez les fournisseurs. En effet, le marché des composants étant extrêmement concurrentiel, cela exige des efforts de rationalisation et de modernisation. Toutefois, l'impact de ces groupes peut s'avérer néfaste lorsqu'ils exagèrent leur pression à court terme, notamment en matière de prix et de délais, car cette attitude presse les P.M.E. et les empêche de maîtriser leur effort d'amélioration, aussi bien en termes financiers que d'apprentissage.

Conclusion

Conclure un ouvrage de thèse n'est jamais une tâche facile, car il s'agit non seulement de répondre à la question fondamentale qui a motivé toutes les recherches théoriques et empiriques, mais aussi de considérer avec un certain recul les apports et les limites du travail fourni.

Dans la première partie du présent ouvrage nous montrons pourquoi et comment CIM, en évoluant lui-même beaucoup suite aux mutations macro-économiques, fait reculer ou même éclater les frontières classiques de l'entreprise, à tous les niveaux de l'activité industrielle (conception de nouveaux produits, fabrication, gestion, logistique, etc.). Cette démonstration est également une manière de prouver qu'aujourd'hui CIM dépasse largement le cadre de la technique (machines, ordinateurs, logiciels, etc.) et qu'il va plus loin qu'une simple démarche de modernisation ou de rationalisation. CIM amène souvent l'entreprise à se remettre complètement en question, à se demander à quel point et jusqu'à quand il est encore rentable de faire quoi toute seule.

La seconde partie de cet ouvrage propose une approche théorique des mécanismes contextuels du changement technologique. Nous avons émis l'hypothèse générale que la firme se trouve fortement influencée par son contexte industriel dans sa démarche d'innovation:

- ☐ tout d'abord, les contraintes de marchés orientent les choix des entrepreneurs vers un ensemble ciblé de composantes de CIM,
- ☐ ensuite, le mode d'organisation des activités de production détermine largement les points sur lesquels l'entreprise adopte ou non l'intégration de la production, en fonction de la configuration particulière de sa chaîne de valeur interne et externe. En effet, CIM possède une propriété de base -

l'intégration de processus de production- qui, dès le moment où l'on produit un bien à plusieurs, est justement incompatible avec des choix technologiques individuels, non concertés,

- par ailleurs, compte tenu de la complexité de chaque composante de CIM et, à plus forte raison, de la complexité résultant de la combinaison de ces dernières, toute démarche d'innovation en matière de CIM implique la participation de spécialistes extérieurs. Ceux-ci apportent à l'entreprise des connaissances, des savoir-faire, des expériences et même, indirectement, des ressources financières, si l'on tient compte du soutien qu'apportent certaines institutions comme la CERS aux partenaires scientifiques (hautes écoles, laboratoires, etc.) qui peuvent collaborer avec l'entreprise à la mise en place de CIM.

Enfin, l'entreprise adopte, à un moment ou à un autre, une vision de CIM qui est fortement conditionnée par le milieu industriel dans lequel est vit.

Toutefois, toute présentation théorique d'un phénomène n'a de réelle valeur que si elle est complétée par une vérification empirique à partir d'hypothèses de recherche fondées sur cette même théorie. En guise de conclusion de cette thèse, il nous paraît opportun de procéder à une synthèse des résultats obtenus grâce à notre enquête dans les industries de la montre mécanique et des microtechniques.

Dans un premier temps, cette démarche de synthèse considère la signification et l'apport des résultats au niveau:

- de la recherche scientifique,
- des entreprises étudiées,
- de la politique technologique que les pouvoirs publics ont mis en place afin de diffuser CIM.

Ensuite, il s'agit de mentionner les difficultés et les limites pratiques que nous avons rencontrées en cherchant à évaluer l'influence du contexte industriel sur l'adoption de CIM par les firmes.

Conclusion

Enfin, il importe aussi de souligner les orientations de recherches susceptibles d'apparaître dans le prolongement des recherches que nous avons menées.

I Synthèse des résultats de recherche

Il s'agit ici de nous prononcer sur la validité de nos six hypothèses de recherche. Après avoir examiné en détail la situation technologique de vingt-cinq firmes dans deux secteurs industriels différents, nous constatons que le contexte industriel joue un rôle indéniable dans:

- ☐ les choix des firmes en matière de CIM,
- ☐ la démarche des firmes pour la mise en place des composantes d'intégration externe de CIM.

Toutefois, la validation de cette hypothèse générale mérite d'être précisée par la prise en compte des hypothèses H1 à H6. A cet effet, l'encadré N°1 reprend les six variables contextuelles dont nous supposons le rôle déterminant et indique l'influence effective que nous leur attribuons, après avoir effectué notre enquête.

Variables contextuelles analysées	Influence
organisation des activités	très forte
partenariat entre firmes au sein d'un système de valeur	forte
coopération technologique entre utilisateurs et fournisseurs de CIM	forte
dynamique du milieu industriel	forte
contraintes de marchés	moyenne
poids des structures et du passé du milieu industriel	moyenne

Dans notre enquête, l'influence de l'organisation des activités entre firmes est particulièrement forte. Les relations formelles et informelles avec les partenaires de production et avec les fournisseurs de technologie jouent également un rôle important. En

revanche, l'influence des contraintes de marchés agissent moins que nous l'imaginions sur les choix technologiques des entreprises. Quant au poids des structures et du passé du milieu industriel, il exerce une action certaine dans l'horlogerie. Toutefois, comme nous n'avons pas pu tester cette hypothèse dans l'industrie des microtechniques, il nous semble judicieux de ne pas tirer de conclusion forte à son sujet.

Sous un angle purement quantitatif, nous sommes conscients du fait que la prise en compte d'un nombre plus élevé de cas pratiques conduirait peut-être à des résultats différents. Toutefois, l'approche contextuelle du changement technologique lié à CIM se prête mal à des questionnaires quantitatifs et exige de mener sur le terrain des enquêtes qualitatives approfondies. A cet égard, il nous semble avoir procédé à une démarche d'enquête adaptée à notre situation et dont les résultats sont significatifs.

II Signification des résultats de recherche

Considérés sous l'angle de la recherche académique, les résultats mis en évidence dans le présent ouvrage apportent un éclairage à trois niveaux:

- ☐ ils mettent en lumière l'influence d'un ensemble de facteurs (contraintes de marché, organisation des activités, relations de coopération et milieu) auxquels la théorie économique ne se réfère pas d'emblée pour expliquer la diffusion variable de CIM dans les entreprises d'une même industrie,
- ☐ ils précisent des jeux d'influence qui ont lieu au stade précoce du processus d'innovation technologique, lors de la constitution des choix des firmes en matière de CIM. De ce fait, ils complètent l'explication globale du phénomène de la diffusion de CIM qui reste, pour le moment, centrée sur la phase de mise en place de la technologie,
- ☐ ils confirment la tendance marquée dans la théorie économique selon laquelle le comportement des acteurs individuels en matière d'innovation est de plus en plus affecté par les propriétés et les trajectoires de leur environnement de marchés et de production. Il échappe, de ce fait, en partie à leur volonté individuelle,

Conclusion

Du point de vue de l'entreprise, ces résultats peuvent comporter un intérêt à deux égards au moins:

- ils précisent et formalisent des phénomènes contextuels encore souvent ressentis comme des pressions qui échappent au contrôle de l'entreprise lors du processus d'innovation technologique,
- à des fins de comparaisons entre firmes¹ à propos de leur démarche envers CIM, ils suggèrent la prise en compte d'un référentiel qui traverse les traditionnelles délimitations sectorielles et/ou régionales,

En matière de politique technologique destinée à la diffusion de CIM, ces résultats:

- mettent en évidence des interactions entre les entreprises et le contexte industriel qui stimulent ou perturbant le processus de transfert technologique,
- suggère une nouvelle orientation pour la mise en relation de partenaires potentiels en matière de CIM. A cet égard, une idée serait alors de créer des groupes d'expérimentation fondés sur des similitudes contextuelles plutôt que sur des critères de groupement sectoriels ou régionaux.

III Limites de l'approche contextuelle

L'approche contextuelle comporte plusieurs aspects positifs, mais elle a aussi certains inconvénients.

D'une part, elle ne prend pas en compte les facteurs d'influence internes du changement technologique. De ce fait, elle ne parvient pas à expliquer complètement le processus de diffusion de CIM. Elle se positionne également davantage en phase de constitution des choix qu'en phase de mise en place des nouvelles technologies. Compte tenu du fait que les facteurs internes et les facteurs contextuels

¹ La comparaison du comportement économique et/ou technologique de firmes possédant des caractéristiques similaires est aussi connue sous l'appellation anglo-saxonne de "benchmarking".

ont une action simultanée et réciproque sur le processus d'innovation technologique, force est d'admettre que l'approche contextuelle prise isolément ne saurait, à elle seule, expliquer tous les tenants et aboutissants de l'adoption de CIM par les firmes.

D'autre part, elle pose des difficultés pratiques non négligeables d'obtention de l'information lors de la phase d'enquête. En effet, il convient de garder à l'esprit que cette démarche implique une incursion dans tout ce que l'entreprise a de plus confidentiel, à savoir:

- ☐ la stratégie commerciale et technologique,
- ☐ les procédés de production,
- ☐ le développement de nouveaux produits,
- ☐ la situation concurrentielle,
- ☐ les relations de coopération technologique.

Toutefois, à en juger par l'excellent accueil que nous ont réservé les responsables industriels interrogés, il semble que cette démarche de recherche comporte un intérêt indéniable.

IV Prolongement de la thèse

Notre démarche de recherche poursuivant un but exploratoire, il peut s'avérer profitable d'exploiter les enseignements du présent ouvrage comme point de départ possible pour une théorisation complémentaire du phénomène de diffusion des nouvelles technologies. Les recherches entreprises dans cet ouvrage posent probablement autant de questions qu'elles n'apportent de réponses.

Tout d'abord, le concept CIM proposé dans la première partie du présent ouvrage n'offre pas de mode d'emploi ou de recettes technologiques toutes faites. Dans ce domaine, rien ne remplace l'expérience pratique et le travail effectué n'a d'autre ambition que de présenter un panorama qui organise un ensemble technologique tendant à devenir une hydre conceptuelle impalpable. CIM n'est pas un corps inerte et son développement ne s'est -hélas pour l'auteur- pas arrêté pendant la rédaction de cet ouvrage. Une synthèse des principaux concepts gravitant dans l'univers de CIM semblait opportune

Conclusion

et, en même temps, mieux adaptée à la nature scientifique de la thèse qu'une recherche d'emblée confinée à tel ou tel aspect pointu de CIM, davantage du ressort des praticiens. Toutefois, il serait bon que d'autres recherches partent de cette synthèse et l'affinent, afin que l'observation de CIM en milieu industriel soit améliorée. A propos du développement de CIM entre les entreprises, nous avons également jugé opportun de mentionner un modèle d'entreprise dont on va sans doute beaucoup reparler dans un proche avenir: la firme virtuelle. Ce phénomène à peine futuriste, dans le sillage des inforoutes et de Internet, pourrait, à notre sens, justifier de nombreuses recherches approfondies.

La démarche d'analyse contextuelle de l'innovation a donné lieu à des résultats originaux, dans la mesure où il s'agit d'une réflexion inédite, construite à partir d'approches scientifiques existantes et complémentaires, mais peu convergentes dans les faits. Néanmoins, elle a soulevé un certain nombre de problèmes liés à l'évaluation précise du rôle des facteurs contextuels. Il serait donc souhaitable que de nouvelles recherches sur le sujet -pour autant qu'il y en ait- établissent des priorités méthodologiques permettant d'examiner simultanément davantage de variables. Compte tenu de l'évolution possible du monde économique, l'analyse contextuelle de l'innovation ouvre, à notre avis, des champs d'études très prometteurs.

A partir de ces résultats, il peut aussi être utile de procéder à une analyse à plus grande échelle des facteurs de diffusion de CIM dans divers secteurs de l'industrie suisse. Si un tel état des lieux technologiques dans l'industrie est envisagé, il gagnerait alors à combiner l'approche classique de la diffusion technologique avec l'approche contextuelle que nous avons placée au coeur de notre thèse. De plus, il serait certainement intéressant d'intégrer les résultats empiriques dans de nouvelles hypothèses de travail sur l'adoption de CIM par les entreprises.

Les recherches effectuées dans l'horlogerie et les microtechniques fournissent, à titre prospectif, des éléments de réflexion susceptibles de révéler des facettes méconnues ou sous-estimées du phénomène de CIM, mais aussi de la filière de production et du milieu de ces secteurs industriels. Fascinés par des pièces mécaniques et des microsystèmes dont la finesse technique nous échappe, nous n'avons pas ménagé nos efforts pour comprendre comment ces merveilles sont réalisées et dans quel contexte. A cet

égard, les visites d'usines ont toujours été des moments passionnants et plaisants.

En définitive, nous pensons avoir démontré que, confrontée à l'intégration des processus de création de richesse, l'entreprise moderne non seulement ne produit pas, mais aussi n'innove pas indépendamment de son contexte. Dans un climat d'évolution scientifique débridée et d'interdépendance économique et politique, où la menace commerciale peut surgir de partout à tout moment, la reconnaissance de ce phénomène ne constitue pas uniquement un exercice de style académique; il s'agit probablement d'un défi structurel à relever par tout système économique revendiquant des performances économiques durables.

LEXIQUE

CIM a donné naissance à une prolifération de termes et acronymes souvent utilisés au cours de cet ouvrage. Il semble judicieux d'en rappeler une courte définition, ainsi que les correspondances en anglais. Ces termes sont tirés de Baudelot (1995), de Waldner (1990) et de FTMH (1988).

Autoroute de l'information ou Inforoute

Réseau numérisé à large bande et à haut débit qui permet de transmettre simultanément et de façon interactive des services audiovisuels, de la télématique, du téléphone, bref du multimédia, tant aux particuliers qu'aux entreprises, ces services étant reçus sur un terminal unique, fruit de la convergence du téléviseur, du téléphone et de l'ordinateur. Avec les autoroutes de l'information, la multiplicité des réseaux de télécommunication actuels est vouée, pour une grande partie d'entre eux à disparaître progressivement au profit d'un réseau unique.

Base de données

Ensemble de fichiers informatisés contenant des informations structurées sur un ou des domaines définis et accessibles à distance grâce aux réseaux de télécommunication.

CAO ou CAD Conception Assistée par Ordinateur ou Computer Aided Design

Dénomination de toutes les activités faisant appel au TED pour des activités de développement et de conception. A mentionner l'élaboration de dessins, les travaux conceptuels à proprement parler ainsi que l'établissement et la gestion de listes de pièces. L'objet conçu à l'aide de l'ordinateur est mémorisé par le TED; il est ainsi à disposition d'autres départements de l'entreprise.

CAO/FAO ou CAD/CAM

Utilisation intégrée des données produites et mémorisées par le système CAD: établissement du programme NC (CAO), gestion d'une entreprise automatisée (CAM), vérification et mesurage automatiques (CAO).

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion du CIM

CBN ou MRP Calcul des besoins nets ou material requirements planning

Le CBN représente l'une des méthodes fondamentales de planification de gestion des stocks. Elle comporte deux phases logiques: 1) la simulation de la position future du stock, calculée à partir de sa position présente ainsi que des entrées en stock potentielles et des sorties fermes ou prévisionnelles, et 2) la décomposition des besoins sur les niveaux intérieurs des nomenclatures des produits. Ces deux phases sont répétées à chaque niveau d'assemblage à partir des produits finis. On détermine ainsi les ordres de fabrication et d'achats à partir des prévisions et des commandes clients. En opposition à la méthode classique du "point de commande" qui s'appuie sur le passé en utilisant les historiques de consommation, le CBN ou MRP utilise mieux les informations du présent et les prévisions futures pour déterminer les besoins.

CN ou NC Commande numérique ou Numerical Control

Ensemble de techniques permettant de piloter des machines grâce à des informations numériques (codes alphanumériques et symboles divers) enregistrées sur un support approprié (disquette, bande magnétique ou perforée,...) ou par une liaison directe avec un ordinateur. On parlera dans ce dernier cas de DNC ou "Direct Numerical Control".

CNC

Computer Numerical Control (commande numérique par ordinateur); les programmes de gestion sont d'abord intégrés dans la mémoire de la machine, puis exécutés. Il est donc possible d'intervenir dans les diverses phases de la production et de modifier la conduite de la machine.

DNC ou "Direct Numerical Control"

Raccordement par câbles de plusieurs machines NC ou CNC à un ordinateur qui transfère directement les programmes de gestion NC aux différentes machines. Les systèmes DNC sont à la base à la fois des systèmes flexibles de production et du CIM.

Echange de Données Electroniques (EDI)

EDI est un mode d'échange de documents sous une forme électronique, directement d'un ordinateur vers un ou plusieurs autres. Ces échanges peuvent s'opérer aussi bien à l'intérieur d'un établissement qu'entre différentes entreprises. Les échanges d'informations entre services ou entreprises utilisent des systèmes d'information hétéroclites. EDI doit donc combiner les fonctions de traduction (codage/décodage vers un format neutre), de stockage et de transmission. Actuellement, l'objectif est de standardiser les formats d'échanges EDI, de façon à permettre les flux de données entre acteurs dotés de systèmes d'exploitation totalement différents. Le fruit de ce travail de standardisation est EDIFACT, bon de commande électronique dont la norme a été acceptée en 1987 par l'International Standard Organization (ISO). Des sous-ensembles de EDIFACT sont désormais à l'étude dans la plupart des branches économiques et même entre secteurs différents.

Lexique

FAO ou CAM (Computer Aided Manufacturing ou fabrication assistée par ordinateur)

soutien TED apporté à la gestion technique et à la surveillance des moyens de production, Gestion et surveillance centrales de la production, de la maintenance, des transports et du magasinage.

Flux tendus

Flux de production dont le débit est ajusté exclusivement sur celui de la consommation. On parle aussi de flux "tirés", par opposition aux flux "poussés", ajustés sur la capacité nominale des équipements de fabrication.

FMS Flexible Manufacturing System ou Atelier de fabrication flexible

Un FMS est un système automatique de production composé de plusieurs machines à commande numérique pilotées par un ordinateur commun. Leur activité s'appuie sur une réserve de travail constituée par un magasin de palettes sur lesquelles sont fixées les pièces à usiner. Il peut comporter de deux à plus de vingt centres d'usinage et, selon la complexité de l'installation, être équipé de machines de mesure ou de machines de levage. La principale caractéristique du FMS est de pouvoir anticiper toutes les opérations de préparation du travail en fonction du programme de fabrication prévu, lui-même géré par ordinateur.

GMAO Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

Il s'agit d'un système qui centralise les informations de télésurveillance des machines et équipements et qui assure la gestion de la maintenance de ceux-ci (voir MAO).

GPAO Gestion de Production Assistée par Ordinateur

Un système de GPAO a pour vocation d'optimiser les ressources de l'entreprise (moyens financiers, matières et charges de travail) pour un volume de production demandé. Il prend en compte la planification des moyens nécessaires au processus de production et le contrôle de l'exécution de celui-ci. Ses fonctions très vastes, vont de l'élaboration du programme de fabrication au suivi des opérations dans les ateliers, en couvrant l'ensemble des activités de coordination telles que la définition de la structure des produits (base de données techniques des nomenclatures et gammes de fabrication, par exemple), la gestion des stocks, le calcul des besoins de matières, les achats ou encore l'ordonnement d'atelier.

Groupware

Systèmes techniques avancés, permettant à chaque utilisateur d'un ordinateur de mobiliser à tout moment d'autres vecteurs d'information (ordinateurs, imprimantes, téléphones, fax, vidéos etc.) à l'aide de réseaux et de logiciels qui autorisent le partage en temps réel de textes, d'images et de sons. Ces systèmes facilitent grandement le travail en équipe à distance, puisque tout se passe à l'écran.

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM

IAO ou CAE Ingénierie assistée par ordinateur ou Computer Aided Engineering

L'ingénierie assistée par ordinateur se confond très souvent avec la conception assistée par ordinateur dont elle est une extension. Sous le terme générique d'IAO, on trouve aujourd'hui trois grands domaines d'application: 1) La prévision ou la simulation des performances, qui permet d'évaluer la réponse théorique des systèmes dynamiques, électroniques ou logiques, 2) Le calcul de structure et la prévision de fiabilité, qui consiste à appliquer des lois de comportement physique à un modèle géométrique issu de la CAO graphique (modélisation par éléments finis), 3) La simulation de processus de fonctionnement, qui s'attache à étudier le comportement d'un procédé de fabrication ou d'un atelier, après modélisation de celui-ci sous forme de variables d'état (systèmes de simulation d'ordonnancement et de recherche opérationnelle).

Flots de production

Regroupement de personnes, de moyens de production et de machines en fonction du principe de traitement intégral (usage complet) de familles de pièces; s'y ajoutent normalement des fonctions préparatoires.

Internet

Le plus important réseau informatique mondial; accessible à chacun où qu'il soit. Il met en relation plus de 15 millions de terminaux (universités entreprises, particuliers, administrations...) disséminés dans le monde entier. Il s'agit d'un développement de Arpanet, un réseau créé par la Defense Advanced Research Projects Agency au début des années 70.

ISO

Abréviation pour International Standardization Organization. Organisation internationale pour la normalisation.

Kanban

Le terme Kanban provient de la langue japonaise et signifie "étiquette". En termes simplifiés, le principe de gestion "Kanban" prescrit un stock minimum de production à chaque opération. Pour y parvenir, chaque niveau de production "N" ne produit que sur commande du niveau "N+1". Ce dernier ne déclenche une commande envers ses fournisseurs (niveaux N-1) que lorsqu'il atteint lui-même un niveau de stock jugé minimum et critique. Il déclenche alors un appel de pièces à l'aide d'étiquettes (Kanban) attachées à des containers dans lesquels circulent les pièces commandées. Très efficace lorsque la production est stable sur quelques mois et lorsque les séries sont importantes, cette méthode montre ses limites lorsque la production change vite et fréquemment, lorsque le niveau de qualité de la production est moyen ou bas et lorsque les entreprises n'établissent pas entre elles de véritable partenariat durable.

Lexique

MAO Maintenance Assistée par Ordinateur

Les machines et équipements (MOCN, gros moteurs, compresseurs, API...) sont aujourd'hui équipés de capteurs et de systèmes de surveillance locaux ou centralisés permettant de faciliter leur entretien. Dans un système de MAO, un superviseur central surveille les lignes de production et archive tous les événements, constituant ainsi un historique permettant le calcul des taux de pannes des différents constituants, les moyennes des temps de bon fonctionnement (MTBF), de réparation (MTR)... Des compteurs totalisent le nombre de cycles de pièces et déclenchent l'alarme quand un changement d'outil ou de composant devient nécessaire. C'est de la maintenance conditionnelle. Les informations stockées dans ces systèmes sont alors transmises: 1) au système de GMAO qui centralise les informations et assure la gestion de la maintenance; 2) aux systèmes experts d'aide au diagnostic et au contrôle de qualité; 3) éventuellement, à un serveur multimédia qui fournira au spécialiste, le dossier technique d'intervention (bons de travaux, bons de sorties magasin, schémas, plans, photographies,...). Dans une optique CIM, les données techniques concernant les postes de travail et équipements, seront communes à la GPAO.

MOCN Machine Outil à Commande Numérique

Il s'agit de machines outils automatiques dont le réglage s'opère sous forme programmée. Cette programmation peut s'effectuer de manière déportée (l'opérateur réalise un support perforé ou magnétique à distance, qu'il introduit ensuite dans le système de commande de la machine), ou en liaison directe avec un ordinateur appelé "directeur de commande" (DNC).

MRP2 Management Resources Planning

C'est l'extension du concept MRP, d'abord à la planification des autres ressources (charges machines, personnel,...), puis à l'intégration de plusieurs horizons de planification, à long terme avec le système de plan directeur, à moyen terme avec les programmes de fabrication et d'approvisionnement (opérationnels) et à court terme avec l'ordonnancement et le suivi de l'atelier.

Multimédia

Convergence de la télévision et de l'informatique et intégration dans un même système, grâce au numérique, de plusieurs sources d'information de nature différente (texte, graphisme, vidéo, audio, animation, son, photos...); le multimédia permet la visualisation-réception-manipulation interactive de l'ensemble (simultanément ou successivement) sur un terminal (télévision ou ordinateur) interfacé à un lecteur (off line) ou à un réseau (on line).

PDS ou MS Plan Directeur de Production ou Master Schedule

Un système de plan directeur est un outil de simulation de la planification des besoins à long terme. Construit sur le règle de jeu de l'entreprise, il permet l'aide à la décision dans la validation d'un programme opérationnel de fabrication ainsi que dans les évaluations d'investissement ou de réorganisation des moyens de production. Un programme de fabrication validé à travers un système de plan directeur, représente un contrat entre la direction et les représentants des différentes fonctions. Afin de disposer d'une vision stratégique efficace, les données techniques

La rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM

traitées par le PDP sont issues de la base de données de la GPAO et regroupées en agrégats synthétiques, selon les règles de gestion des familles (centres de charge, macro-gammes, etc.). Le PDP est à ce titre, généralement intégré au système de GPAO.

Production flexible

Elle est caractérisée par l'automatisation et l'assouplissement. Une installation flexible permet le traitement de plusieurs variantes de produits sans temps d'équipement considérables.

Reengineering

Redéfinition radicale des processus opérationnels pour obtenir des gains spectaculaires dans les performances critiques qui constituent aujourd'hui les coûts, la qualité, le service et la rapidité (HAMMER et CHAMPY, 1992).

SGBD Système de Gestion de Base de Données

Une base de données est un ensemble de fichiers auxquels il est possible d'accéder à travers différentes applications. Chaque application peut être considérée comme un canal par lequel on peut chercher ou mettre à jour des informations dans la base. Dans une base de données, chaque information n'existe qu'une seule fois dans le système, mais peut être accessible à n'importe quelle application. Cette propriété d'unicité des données permet de garantir l'intégrité de celles-ci, quelque soit leur utilisation. Le système de gestion d'une base de donnée est une couche logicielle entre les programmes d'application et les fichiers physiques qui traduit les instructions de manipulation des données dans les programmes, en opérations d'entrées-sorties physiques sur les fichiers.

SMED Single Minute Exchange Digit

Méthode regroupant une série de techniques simples, permettant de réduire de façon sensible les temps de changement d'outils (de quelques heures à quelques minutes). Cette méthode comporte quatre étapes: 1) Distinction entre les tâches internes, immobilisant le poste et les tâches externes, pouvant s'opérer en parallèle, 2) Essayer de rendre "externe" des tâches internes, 3) Réduire les tâches internes en rationalisant les réglages, 4) Rationalisation des tâches externes.

Système de production flexible

Système de plusieurs machines-outils NC, automatisation du guidage du matériel, gestion informatisée.

Technologie

Savoir technique relatif à la production de biens et de services. Elle peut être codifiée dans des manuels, dans le design, dans des rapports de recherche, etc. Elle est physiquement reconnaissable dans la technique et la machinerie. Elle peut aussi être tacite, en tant que savoir-faire non codifié que l'on trouve dans l'expérience des travailleurs et des ingénieurs.

Lexique

TED

Abréviation de Traitement Électronique des Données.

TGAO Technologie de Groupes Assistées par Ordinateur

La technologie de groupe, souvent baptisée "groupement analogique" n'est pas nouvelle. Avec des pièces codées, classifiées, regroupées en famille, on peut dès la conception éviter la "création" des pièces qui existent déjà et donc diminuer le nombre de plans, standardiser et profiter véritablement de l'acquis. Au service des méthodes, on retrouve le même intérêt sur le plan des gammes opératoires. Des gammes types peuvent être définies dans chaque famille et le préparateur ne gaspille plus son temps à des tâches déjà réalisées dans le passé. La technologie de groupe est aussi la possibilité de créer des "îlots de fabrication" dédiés à une famille de pièces avec tous les avantages que cela comporte (optimisation du parcours des pièces, augmentation des séries 9. L'effet de la TGAO. est obtenu par l'exploitation de la base de données techniques inhérente au système de GPAO.

Sources de la confiance dans les échanges entre firmes d'un milieu industriel

Le confiance régnant au sein d'un milieu provient de la proximité géographique et culturelle entre les firmes, de même que de la densité et de l'ancienneté des relations entre ces dernières.

Un milieu comporte une proximité géographique et culturelle durable entre de nombreux agents économiques rattachés à une même industrie. En vertu de leur complémentarité industrielle, mais aussi de leur concurrence, ces agents ont des relations fréquentes et ne peuvent rester indifférents les uns des autres. Qu'ils se côtoient chez les mêmes fournisseurs ou sur les mêmes marchés, qu'ils sympathisent sur les stands de foire ou qu'ils se disputent dans le cadre d'associations professionnelles et régionales, un fait demeure: ils se connaissent bien. Cette connaissance interpersonnelle est encore améliorée lorsque la majorité des responsables industriels a passé par une filière de formation commune et quand il existe une forte mobilité du personnel des entreprises sur le marché du travail. On collabore d'autant mieux avec une autre firme lorsqu'on "connaît la maison" et que l'on y a gardé des références et des bons contacts.

Pour Perrin (1990), c'est grâce aux relations courantes d'achat, de sous-traitance et de vente, grâce aux expériences passées que les entrepreneurs développent une sorte de confiance mutuelle sur laquelle ils se basent pour initier des relations de coopération plus participatives, plus complexes et plus risquées que les transactions courantes. La confiance entre acteurs censés collaborer provient en grande partie d'un tissu dense de relations personnelles et informelles préexistantes entre les partenaires potentiels actifs au sein d'un milieu industriel. Maillat, Quevit et Sann (1993) démontrent que les réseaux de coopération technologique naissent de relations préalables entre acteurs locaux privés et publics, entreprises et laboratoires universitaires insérés aux-mêmes dans d'autres réseaux mondialisés. Cette observation est fondamentale dans l'optique des systèmes d'innovation technologique, car elle tend à ramener les foyers des réseaux de coopération à un niveau régional, plutôt que national.

Localisation des industries de la montre mécanique et des microtechniques

La concentration des industries de l'horlogerie et des microtechniques peut être mesurée à l'aide d'un indicateur statistique dénommé "quotient de localisation".

Formule du quotient de localisation

$$QL_{ia} = \frac{e_{ia} / e_i}{E_a / E}$$

QL_{ia}: quotient de localisation de l'industrie "a" dans la région "i"

e_{ia}: emplois de l'industrie "a" dans la région "i"

e_i: emplois industriels totaux dans la région "i"

E_a: emplois de l'industrie "a" dans l'ensemble de référence (nation)

E: emplois industriels totaux dans l'ensemble de référence (nation)

Le quotient de localisation permet de mesurer, d'une part, le degré de concentration spatiale d'une activité industrielle (en relevant la part totale de l'activité dans les espaces les plus spécialisés) et, d'autre part, dans quelle activité un espace donné est relativement spécialisé par rapport à la norme nationale. Il sert, ainsi, de référence pour mesurer trois types de situations:

QL = 1: L'activité "a" a relativement la même importance au niveau régional qu'au plan national. Il n'y a donc pas de spécialisation de la région.

QL > 1: L'activité "a" a relativement une plus grande importance au niveau régional qu'au plan national. La région est donc relativement spécialisée par rapport à la norme nationale.

QL < 1: L'activité "a" a relativement moins d'importance au niveau régional qu'au plan national.

Le calcul des quotients de localisation exige tout d'abord l'identification statistique des activités propres à l'industrie étudiée. Ainsi, les Tableaux 1 et 2 répertorient les activités relatives à l'industrie horlogère et des microtechniques:

Tableau 1: liste des activités horlogères

NGAE Libellé des activités

- 3711 Fabrication d'ébauches de montres
- 3712 Fabrication de pièces détachées de montres
- 3713 Fabrication, assemblage de montres
- 3714 Fabrication de grosse horlogerie
- 5812 Réparation de montres, d'horloges et d'appareils optiques

Annexe 2

Tableau 2: liste des activités de microtechniques

NGAE Libellé des activités

- 3514 Fabrication d'outillage pour machines et d'outillage de précision
- 3531 Construction de machines de bureau
- 3532 Construction de machines et d'installations destinées au traitement de l'information
- 3616 Fabrication de compteurs, d'appareils de mesure, de régulation ou de matériel électromédical
- 3617 Fabrication d'appareils de télécommunication
- 3622 Fabrication d'éléments électroniques
- 3631 Fabrication d'instruments d'optique
- 3632 Fabrication de matériel photographique ou cinématographique
- 3633 Fabrication d'appareils de mesure, de contrôle et de régulation
- 3634 Fabrication de matériel médico-chirurgical et d'appareils orthopédiques
- 3635 Fabrication d'autres appareils ou instruments de précision
- 5813 Réparations d'appareils photographiques ou électroniques

Source: Maillat, Némethi, Pfister et Siviero, 1993

NGAE: codes à quatre chiffres correspondant aux genres d'activités selon la Nomenclature Générale des Activités Economiques (OFS, 1985)

Le calcul proprement dit des quotients de localisation repose sur les données statistiques du dernier recensement fédéral des emplois et des entreprises (en l'occurrence, celui de 1991). Le tableau 3 fait ressortir les zones de concentration de l'industrie de l'horlogerie et des

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM

microtechniques, pour lesquels les quotients de localisation sont supérieurs à l'unité ($QLi > 1$):

Tableau 3: zones de concentration de l'industrie horlogère en Suisse

Région	NE	JU	SOj	BEj	VDj	GE
QLh	18.6	9.35	6.5	5.25	4.26	2.81

SDj = Jura soleurois: districts de Soleure et Lebern

BEj = Jura Bernois: districts de Bienne, Büren, Courtelary, Moutier, La Neuveville et Nidau

VDj = Nord vaudois: districts de Grandson, Orbe, La Vallée et Yverdon

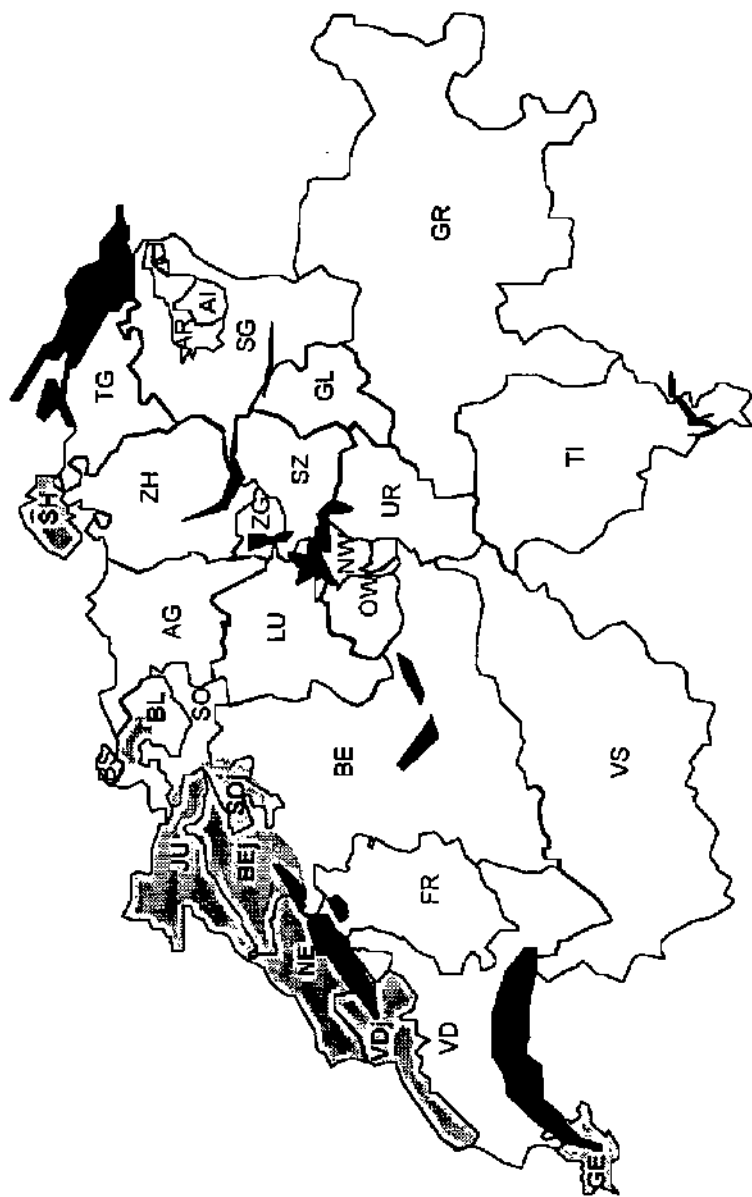
QLh: quotient de localisation de l'industrie de l'horlogerie

Tableau 4: zones de concentration de l'industrie des microtechniques en Suisse

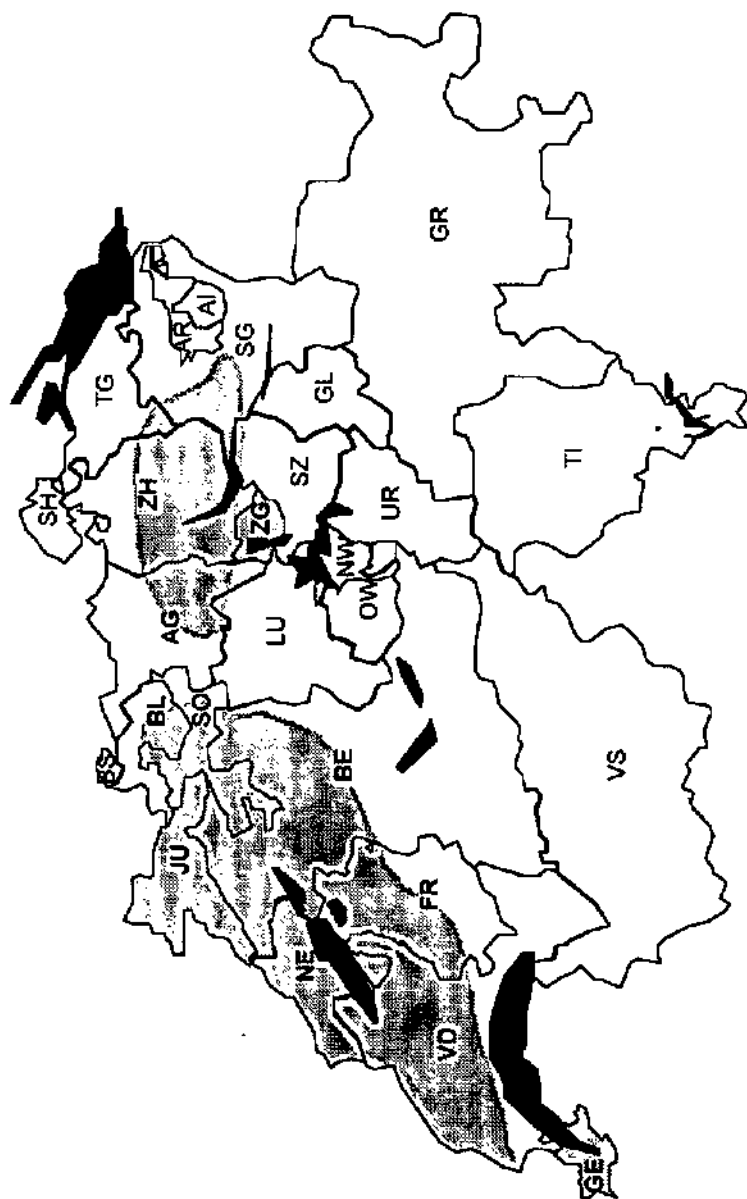
Région	ZG	NE	SO	BE	ZH	VD	GE	FR	SG	JU
QLmt	5.29	1.82	1.61	1.36	1.25	1.23	1.15	1.10	1.03	1.02

QLmt: quotient de localisation de l'industrie des microtechniques

Annexe 2: zones de concentration des activités horlogères en Suisse



Annexe 2: zone de concentration des activités de microtechnique en Suisse



L'explication détaillée de ces résultats par canton figure dans le rapport au Fonds National de la Recherche Scientifique N° 28 de Maillat, Némethi, Pfister et Siviero (1992a), raison pour laquelle il est inutile de s'y attarder ici. De plus, une publication récente de Maillat, Némethi et Pfister (1994) procure également d'abondantes explications à ce sujet. Toutefois, ces données appellent quelques commentaires d'ordre général.

En dépit d'un quotient de localisation des activités horlogères inférieur à 1, Schaffhouse constitue tout de même un site de production important pour l'horlogerie, en raison de la localisation historique dans cette ville de la manufacture IWC, qui emploie plusieurs centaines de personnes. La région de Bâle-Campagne peut également être considérée comme digne d'intérêt en ce qui concerne l'horlogerie, puisqu'on y trouve des firmes comme Ronda -à Lausen- ou Oris.

Les activités microtechniques se répartissent en deux grandes zones: les cantons de Zoug¹, Zurich, avec une partie des cantons de Saint-Gall et d'Argovie; la région incluant le Plateau central (Vaud, Fribourg, Neuchâtel, Berne, Soleure et Jura), Genève et le Jura bâlois. Au sein même de cette dernière région, l'Arc jurassien fait état d'une forte concentration d'activités horlogères et de microtechniques (MAILLAT, NEMETHI, PFISTER, SIVIERO, 1992b). Celui-ci, situé au nord-ouest de la Suisse, à la périphérie des grands centres, s'étend au pied de la chaîne du Jura et comprend les cantons de Neuchâtel et du Jura, une partie du canton de Vaud, le Nord-Vaudois et la Vallée de Joux, une partie du canton de Soleure: le Jura soleurois et une partie du canton de Berne: le Jura bernois.

Ce découpage territorial ne correspond pas aux frontières politico-administratives de la Suisse. Il s'explique par la vocation industrielle de longue date qui a fondé l'économie locale de l'Arc jurassien et qui a marqué la culture technique et les savoir-faire de l'ensemble de cette région (CREVOISIER, 1994). L'économie de l'Arc jurassien s'est développée en s'industrialisant sous une forme diffuse de type district industriel centré sur la filière horlogère (MAILLAT, LECOQ, NEMETHI et PFISTER, 1995). Appelé autrefois la région horlogère en raison de l'existence d'une tradition industrielle séculaire

¹

L'entreprise Landis & Gyr pèse lourdement dans ce résultat, puisqu'elle emploie près de la moitié des effectifs industriels du canton de Zoug.

en ce domaine, l'Arc jurassien, à la suite des bouleversements conjoncturels et structurels engendrés par la crise horlogère amorcée dans les années septante, s'est progressivement orienté vers des activités qui dépassent à l'heure actuelle largement le cadre de l'industrie horlogère traditionnelle pour se centrer sur la fabrication de nouveaux types de produits microtechniques. Son organisation industrielle est liée au développement progressif de multiples réseaux de production et de collaboration (GLASMEIER, 1991) qui ont engendré une culture technique et des savoir-faire communs à l'ensemble de la région, donnant naissance à ce que Maillat et Perrin (1992) nomment un "milieu industriel territorial".

Constitué par un réseau dense de sous-traitants, de P.M.E. et de grandes entreprises qui entretiennent des relations de type concurrence-coopération entre elles, l'ensemble de la région dispose, à l'heure actuelle, d'un fort potentiel industriel, d'un réservoir de main-d'oeuvre hautement qualifiée ainsi que de savoir-faire traditionnels (micromécanique, horlogerie, machine-outil) associés, au cours de ces quinze dernières années, à de nouveaux savoir-faire et également d'une ouverture aux nouvelles technologies (micro-électronique, optique, nouveaux matériaux, etc..) (MAILLAT et PERRIN, 1992).

Annexe 3

Guide d'entretien

1. DONNÉES DE BASE DE L'ENTREPRISE

- 1.1 L'entreprise est-elle un établissement unique? Sinon, quel est le nombre et la localisation des autres établissements?
- 1.2 L'entreprise fait-elle partie d'un groupe industriel et, si oui?
 - a) depuis quand
 - b) quelles sont les activités des autres sociétés du groupe
 - c) quel est le rôle de l'entreprise dans le groupe
- 1.3 Effectifs de l'entreprise (éventuellement du groupe)?
- 1.4 Types de qualifications des employés (en % de l'effectif total)?
 - a) sans qualifications
 - b) employés avec CFC
 - c) techniciens, ingénieurs
 - d) gestionnaires, économistes

2. PRODUITS DE L'ENTREPRISE

- 2.1 Selon la grille suivante, quels sont les produits conçus / fabriqués et/ou assemblés/ vendus par l'entreprise?

Type de produits	Conception	Fabrication	Vente
Horlogerie			
Fournitures de mouvements			
Mouvements			
Bracelets pour montres			
Aiguilles			
Boîtes de montres			
Cadrans			
Verres de montres			
Autres fourn. d'habillage			
Sous-traitance (décolletage, soudage, etc.)			
Microtechniques			
Composants électroniques			
Composants mécaniques			
Composants optiques			
Appareils (préciser le type)			
Matériaux plastiques / composites			
Métallurgie de petit diamètre			
Sous-traitance (décolletage, soudage, etc.)			

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM

- 2.2 Dans quelles gammes se situent les produits de l'entreprise?
- 2.3 Le volume et la variété des séries de pièces sont-ils stables/instables/imprévisibles?
- 2.4 Combien de familles/lignes de produits l'entreprise possède-t-elle?
- 2.5 Quelle est la durée de vie moyenne des produits de l'entreprise?

3. ENVIRONNEMENT DE PRODUCTION

- 3.1 Combien de fournisseurs / clients l'entreprise a-t-elle?
 - a) dans la filière "distribution"
 - b) dans la filière "établissement"
 - c) dans la filière "habillage"
 - d) dans la filière "mouvement"
 - e) dans la filière "composants"
 - f) dans la filière "appareils"
- 3.2 A quel niveau se localisent les principaux fournisseurs / clients de l'entreprise?
 - a) régional
 - b) national
 - c) mondial
- 3.3 Depuis quand l'entreprise travaille-t-elle avec ses principaux fournisseurs / clients?
- 3.4 Sur quelles bases contractuelles s'établissent les échanges avec les fournisseurs / clients?
 - a) contrats au coup par coup
 - b) contrats annuels
 - c) contrats de long terme ajustés périodiquement
- 3.5 L'entreprise a-t-elle déjà collaboré avec des partenaires de production pour un projet d'intégration de la production? Si oui:
 - a) à quelles phases du processus d'innovation?
 - b) dans quels domaines?
 - c) pour quelles raisons?
- 3.6 Quelles sont les caractéristiques de ces partenaires de production (localisation, taille, ancienneté et personnalisation de la relation)?

Annexe 3

- 3.7 Quelle est la forme de coopération choisie (formelle/informelle) et pourquoi?
- 3.8 Quels sont les apports de la coopération avec des partenaires de production?
- 3.9 Quelle est la provenance des fournisseurs d'équipements et de software?
- 3.10 L'entreprise a-t-elle déjà collaboré avec des fournisseurs d'équipements et/ou de software? Si oui:
- a) à quelles phases du processus d'innovation?
 - b) dans quels domaines?
 - c) pour quelles raisons?

4. ENVIRONNEMENT DE MARCHÉ

- 4.1 Auxquels de ces facteurs vos clients/ concurrents accordent-ils le plus d'importance?

	<u>Clients</u>	<u>Concurrents</u>
--	----------------	--------------------

- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| a) qualité | | |
| b) personnalisation / exclusivité | | |
| c) délais de livraison | | |
| d) service après-vente | | |
| e) prix | | |
| f) taille des lots produits | | |

- 4.2 Comment l'entreprise se démarque-t-elle de la concurrence

- a) maîtrise des coûts
- b) différenciation

- 4.3 Quels sont les délais moyens exigés par le client?

- 4.4 Quelle est la taille moyenne des séries à produire?

- 4.5 Quelle est l'attitude des clients en matière de modifications en cours de fabrication?

- 4.6 Combien de nouveaux produits l'entreprise met-elle sur le marché par année?

- 4.7 Quelles sont les tendances évolutives des marchés de l'entreprise:

- a) par rapport aux exigences de la demande?
- b) par rapport aux caractéristiques de la concurrence?

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion de CIM

- 4.8 Quelles sont les tendances évolutives des produits de l'entreprise:
- a) en termes de fonctions?
 - b) en termes de propriétés?
- 4.9 Quelles sont les tendances évolutives du secteur d'activités de l'entreprise:
- a) en termes de concentration / fusion d'entreprises?
 - b) en termes de normes techniques et commerciales?
- 4.10 Quels sont les impacts possibles de ces tendances évolutives?
- a) sur les techniques de production de l'entreprise?
 - b) sur les relations de l'entreprise avec ses distributeurs / clients?
 - c) sur les relations de l'entreprise avec ses fournisseurs?
 - d) sur les méthodes de gestion de l'entreprise?
- 4.11 Par rapport à la stratégie "produit/marché" de l'entreprise, quels sont les enjeux des éléments suivants:
- a) automation flexible?
 - b) multimédia et autoroutes de l'information?

5. PROFIL DE L'ENTREPRISE EN MATIERE DE CIM

Profil organisationnel de l'entreprise

- 5.1 Quelles sont les activités réalisées par l'entreprise?

Marketing
Recherche et développement
Design, conception
Faisabilité, test
Finances
Approvisionnement
Planification de production
Usinage/Fabrication de pièces
Assemblage
Conditionnement
Vente
Distribution
Service après-vente
Assurance qualité

- 5.2 Comment se présente l'organigramme de l'entreprise?

- 5.3 Comment l'entreprise organise-t-elle sa production:

Annexe 3

- a) par ateliers?
- b) par îlots de production?
- c) par lignes de produits?

5.4 Comment se déroule le développement de nouveaux produits:

- a) par l'action successive des différents départements?
- b) par l'action d'équipes de projets interdisciplinaires?

5.5 Quelle est la part de composants normalisés utilisés dans le dév. de nouveaux produits?

5.6 Quelles sont les opérations qui s'effectuent en séquence/en parallèle?

Profil technologique de l'entreprise

5.7 Quel équipement de production l'entreprise utilise-t-elle et depuis quand?

- a) machines CNC?
- b) centres d'usinage?
- c) robots de montage?
- d) des machines de contrôle?
- e) des robots de transferts?
- f) des ateliers de production flexible (FMS)?
- g) des lignes d'assemblage automatisées?

5.8 Quelles sont les activités disposant d'applications informatiques et depuis quand?

Type d'activités	Applications informatiques	Date	Réseaux
Marketing			
Recherche et développement			
Design, conception			
Faisabilité, test			
Finances			
Approvisionnement			
Planification de production			
Usinage/Fabrication de pièces			
Assemblage			
Conditionnement			
Vente			
Distribution			
Service après-vente			
Assurance qualité			

5.9 Quelles sont les activités pour lesquelles les échanges de données se font par réseaux informatiques?

Le rôle du contexte industriel dans la diffusion du CIM

- 5.10 Comment se font les échanges de données entre l'entreprise et ses partenaires économiques?

	Papier	Disquettes	Réseaux
a) fournisseurs			
b) distributeurs /clients			

- 5.11 Pour quelles raisons l'entreprise juge-t-elle nécessaire/inutile d'informatiser les échanges avec ses partenaires de production?

- 5.12 L'entreprise a-t-elle développé les composantes suivantes:

- a) SMED?
- b) juste-à-temps?
- c) appel par l'aval?

- 5.13 Quelles sont les mesures d'assurance qualité prises par l'entreprise:

- a) au niveau interne?
- b) au niveau externe?

6. MILIEU INDUSTRIEL

- 6.1 L'entreprise parvient-elle à obtenir des informations sur le choix et la mise en place de CIM dans des entreprises de son domaine d'activités? Par quels canaux?
- 6.2 Quel rôle joue la proximité géographique, technique et culturelle dans l'échange d'expériences de changement technologique vécues par des entreprises similaires à la votre?
- 6.3 A votre avis, en quoi les structures organisationnelles et sociales de votre secteur industriel sont-elles:
- a) un atout pour la diffusion de CIM?
 - b) une source d'inertie pour la diffusion de CIM?

Annexe 3

- 6.4 A votre avis, en quoi les investissements technologiques réalisés récemment dans votre secteur industriel sont-ils:
- a) un atout pour la diffusion de CIM?
 - b) une source d'inertie pour la diffusion de CIM?
- 6.5 A votre avis, quelle est l'influence de la situation commerciale actuelle de votre secteur industriel sur son évolution en matière de CIM?
- 6.6 A votre avis, quelle est l'influence de la maîtrise technique actuelle de votre secteur industriel sur son évolution en matière de CIM?
- 6.7 A votre avis, quelle est l'influence de la stratégie compétitive actuelle de votre secteur industriel sur son évolution en matière de CIM?

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN T.J., SCOTT MORTON M.S., 1994 - Information Technology and the Corporation of the 1990s.- MIT Research Studies; Oxford University Press

ALTERSOHN C., 1992 - De la sous-traitance au partenariat Industriel.- Paris: Editions l'Harmattan

AOKI M., GUSTAFSSON B., WILLIAMSON O.E., 1990 - The Firm as a Nexus of Treaties.- London: Sage Publications

ARTHUR, W.B. (1983) - Competing technologies and lock-in by historical events: the dynamics of allocation under increasing returns.- International institute for applied systems analysis: Paper WP-83-90, Laxenburg, Austria

BEATTY C.A., 1992 - Implementing Advanced Manufacturing Technologies: Rules of the Road.- Sloan Management Review, Summer 1992: p. 49-60

BEAUDELDT P., 1995 - Inforoutes: lexique.- Géopolitique N° 48, hiver 1994-1995

BELIS-BERGOUIGNAN M.-C., BORDENAVE G., LUNG Y., 1990 - Ford est-il toujours "fordiste"?.- Revue d'Economie Industrielle N° 52, p. 23-37

BELMONT J.C., 1994 - Propos sur le CIM "Computer Integrated Manufacturing".- Document de travail non publié

BERANGER P., 1987 - Les nouvelles règles de la production: Vers l'Excellence Industrielle.- Paris: Dunod Entreprise

BEUSCHEL W., KLING R., 1994 - How Co-ordination Processes Influence CIM Development.- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

BOUNINE J., SUZAKI K., 1986 - Produire juste à temps: les sources de la productivité industrielle japonaise.- Paris: Masson

Le rôle du contexte Industriel sur la diffusion de CIM

BOUREILLE B., 1993 - Impact territorial de réseaux d'innovation: l'exemple de la productique et du milieu roannais.- in: MAILLAT D., OUEVIT M., SENN L (éds), 1993 - Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional.- EDES, Neuchâtel

BOYER R., 1993 -La crise de la macroéconomie: l'éclatement des recherches.- Problèmes Economiques N° 2.319, mars 1993

BOYNTON A.C., 1993 - Achieving Dynamic Stability through Information Technology.- California Management Review, Winter 1993

BRANDT P., 1994 - L'Asie remodèle la carte du monde horloger.- Montres Passion N°3, novembre 1994

BRANDT P., 1995 - L'afflux de marques vers le haut de gamme comporte des risques.- Journal de Genève N°90 20 avril 1995, Jeudi Economie

BRÖNER P., 1993 - The 2nd Industrial Revolution: Vision of Reality.- Institut Arbeit und Technik

CALLON M., 1993 - Networks and dynamic models of adoption.- In Foray D., Freeman C.: Technologie et richesse des Nations, Paris: Economica

CARLSSON B., JACOBSSON S., 1993 - Systèmes technologiques et performances économiques: la diffusion de l'automatisation industrielle en Suède.- in FORAY D., FREEMAN C.: "Technologie et Richesse des Nations", Paris: Economica

CESPEDES F.V., 1994 - Industrial Marketing: Managing New Requirements.- Sloan Management Review, Spring 1994

CHANDLER A., 1990 - Scale and Scope: the Dynamics of Industrial Capitalism.- Cambridge, MA: Harvard University Press

CHARNEY C., 1991 - Time to Market: Reducing Product Lead Time.- Dearborn Michigan: Society of Manufacturing Engineers

CIM AKTIONSPROGRAMM, 1995 - Innovationen: beispiele erfolgreicher Zusammenarbeit der CIM-Zentren mit der Wirtschaft.- Bern, 1995

CLARK K.W., FUJIMOTO T., 1991 - Product development performance: Strategy, organization and management in the world auto industry.- Boston: Harvard Business School Press

CLARK K.W., WHEELWRIGHT S.C., 1992 - Revolutionizing product development.- New-York: The Free Press

Bibliographie

CLARK P., 1994 - Corporata co-ordination and "CAPM": The decision episode framework.- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

CLAUSEN C., 1994 - Social Shaping of CAPM/CIM and the Social System of the Company.- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

COASE R.H., 1937 - The Nature of The Firm.- Paris: Economica

COHENDET P., LLERENA P., 1990 - Nature de l'information, évaluation et organisation de l'entreprise.- Revue d'Economie Industrielle N° 51, p. 141-165

COHENDET P., LLERENA P., PECQUET P., 1986 - La productique: Concepts, méthodes, mise en oeuvre.- Paris: Economica

COLIN J., PACHE G., 1988 - La logistique de distribution.- Paris: Chotard et Associés Editeurs

CREVOISIER O., 1993.- Industria et région: les milieux innovateurs de l'Arc jurassien.- Nauchâtel: EDES

CUSUMANO M.A., 1992- Shifting Economies: From Craft Production to Flexible Systems and Software Factories.- Research Policy N° 23

CUSUMANO M.A., 1994 - The Limits of Lean.- Sloan Management Review, Summer 1994

DAVENPORT T.H., NORIA N., 1994 - Case Managemant and the Integration of Labor.- Sloan Managamant Review, Winter 1994

DAVIDOW W.H., MALONE M.S., 1992 - The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century.- New York: Harper Business

DEISS M., HIRSCH-KREINSEN H., 1993 - Structures of technology markets and the development of manufacturing and control systems.- Campus Verlag: Frankfurt-am-Main

OIERKES M., HOFFMANN U., 1992 - New Technology at the Outset: Social Forces in the Shaping of Technological Innovations.- Frankfurt: Campus Verlag

Le rôle du contexte industriel sur la diffusion de CIM

DIXON J., ARNOLD P., HEINEKE J., KIM J., MULLIGAN P., 1994 - **Business Process Reengineering: Improving In New Strategic Directions.**- California Management Review, Summer 1994

DOCKES P., 1993 - **Les recettes fordistes et les marmites de l'histoire (1907-1993).**- Revue économique N° 3, mai 1993, p. 485-527

DOSI G., 1982 - **Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants of technological change.**- Research Policy 11: p. 147-162

DUMMERING P.R., SAFAYENI F., PURDY L., 1993 - **Integrated Manufacturing: Redesign the Organization before Implementing Flexible Technology.**- Sloan Management Review, Summer 1993: p. 47-56

DYER J.H., OUCHI W.G., 1993 - **Japanese-Style Partnerships: Giving Companies a Competitive Edge.**- Sloan Management Review, Fall 1993: p. 51-63

EBEL K.-H., 1990 - **Computer Integrated Manufacturing: The social dimension.**- Geneva: ILD Publications

EDGE D., 1988 - **The Social Shaping of Technology.**- Edinburgh PICT Working Paper N°1, Edinburgh University

EGGENBERGER H. R., 1993 - **De l'idée à l'industrialisation.**- Magazine interne d'entreprise "Trait d'Union" N° 118, printemps 1993, Bobst S.A., Lausanne

FEDERATION DE L'INDUSTRIE HORLOGERE SUISSE, 1991 - **Les structures horlogères suisses.**- Bienne

FLECK J., 1988 - **The development of information integration: Beyond CIM?**- Edinburgh PICT Working Paper N° 9, Edinburgh University

FORAY D., FREEMAN C., 1993 - **Technologie et Richesse des Nations.**- Paris Economica

FREEMAN C., 1984 - **The Economics of Innovation.**- London: Penguin

FREEMAN C., 1987 - **Technology and Economic Performance: Lessons from Japan.**- London: Pinter Publishers

FREEMAN C., 1988 - **Japan, a national system of innovation?.**- in: G. Dosi et al. (eds), 1988 - **Technical change and economic theory.**- London: Pinter Publishers

Bibliographie

FREEMAN C., 1991 - Networks of innovators: A synthesis of research issues - Research Policy N° 20: p. 499-514

FREY Jr. S.C., SCHLOSSER M., 1993 - ABB and Ford: Creating Value through Cooperation.- Sloan Management Review, Fall 1993: p. 65-72

GAREL G., 1993 - La maîtrise du temps dans l'industrie: le cas de l'automobile.- Analyses de la S.E.D.E.I.S. N° 95, septembre 1993

GERTLER M.S., 1993 - Implementing Advanced Manufacturing Technologies in Mature Industrial Regions: Towards a Social Model of Technology Production.- Regional Studies, Vol 27.7: p. 665-680

GERWIN D., 1993 - Integrating Manufacturing Into the Strategic Phases of New Product Development.- California Management Review, Summer 1993

GILLE B., 1978 - Histoire des techniques.- Paris: Pléiade

GLASMEIER A., 1991 - Technological discontinuities and flexible production networks: The case of Switzerland and the world watch industry.- Research Policy N° 20, p. 469-485

GORDON R., 1993 - Structural change, strategic alliances and the spatial reorganization of Silicon Valley's semiconductor industry.- in: MAILLAT D., QUEVET M., SENN L. (éds), 1993 - Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional - EDES, Neuchâtel

HÄKANSSON H., 1991 - Corporate technological behaviour: co-operation and networks.- London: Routledge

HAMMER M., CHAMPY J., 1993 - Reengineering the corporation.- Nicholas Brealey

HARRISSON B., 1992 - Industrial Districts: Old Wine in New Bottles?.- Regional Studies Vol 26.5, p. 469-483

HARRINGTON H.J., 1991 - Business Process Improvement.- New York: McGraw-Hill

HAYES R.H., JAIKUMAR R., 1988 - Manufacturing's Crisis: New Technologies, Obsolete Organizations.- Harvard Business Review, September-October 1988: p. 77-85

HENRY BEDAT J., 1992 - Une région, une passion: l'horlogerie; Une entreprise: Longines.- Saint-Imier: Compagnie des Montres Longines Franchillon S.A.

Le rôle du contexte industriel sur la diffusion de CIM

HIRSCHHORN L., GILMORE T., 1992 - *The new boundaries of the "boundaryless company"*.- Harvard Business Review, May-June: p. 104-115

HORLUCK J., 1993 - *Data Standardisation: How the use of EDI will reshape internal business procedures* - Aarhus University, 1993

HOUT G., STALK G. Jr, 1990 - *Competing against time*.- New York: The Free Press

INGERSOLL ENGINEERS, 1988 - *L'usine Intégrée* - HERMES, Paris

JARILLO J. C., 1993 - *Strategic Networks: Creating the Borderless Organization*.- Oxford: Butterworth Heinemann

JOHNSTON R., LAWRENCE P.R., 1988 - *Beyond Vertical Integration - the Rise of the Value-Adding Partnership*.- Harvard Business Review, July-August 1988

KERN H., SCHUMANN M., 1984 - *La fin de la division du travail?: La rationalisation dans la production industrielle*.- Paris: La Maison des sciences de l'homme

KLINE S.J., ROSENBERG N., - *An Overview of Innovation*.- In: LANDAU R., ROSENBERG N., 1992 " *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*" Washington DC: National Academy Press

KOCH C., 1994 - *Production Management Systems: Bricks or Clays in the Hands of Social Actors?*.- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

KRAFCEK J.F., 1988 - *The triumph of the lean production system*.- Sloan Management Review, 30 (1): 41-52

KRUGMAN P. 1992.- *Geography and Trade*.- Gaston Eyskens Lecture Series. Cambridge, Mass. and London: MIT Press; Louvain, Belgium: Louvain University Press

LANZ A., 1995 - *CIM-Zentren als Pilotprojekt für die Fachhochschulen*.- Jahresmedienkonferenz 1995 CIM-Aktionsprogramm: 9. Mai 1995, Zürich

LARSEN J., ROGERS M., 1984 - *Silicon Valley Fever - Growth of High Technology Culture*.- Basic Books: New-York

LEMAIRE B., 1994 - *Vers l'entreprise du quatrième type*.- L'Expansion Management Review, Printemps 1994

Bibliographie

LEVEN J.F., 1992 - **Economie: comprendre la crise.**- Les Cahiers de L'Express N° 18: Paris

LUNDVALL B.A., 1985 - **Product Innovation and user-producer interaction.**- Aalborg, Aalborg University Press

LUNDVALL B.A., 1988 - **Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to National systems of innovation.**- In: DDSI et al. (eds), 1988 - **Technical change and economic theory.**- London: Pinter Publishers

LUNDVALL B.A., 1992 - **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning.**- London: Pinter Publishers

LUNG Y., 1991.- **Les métamorphoses de la Ford Motor Company: de l'entreprise pyramidale à la firme-réseaux?.**- I.E.R.S.O., Université de Bordeaux

MACKENZIE D., 1990 - **Economic and sociological explanations of technical change.**- Edinburgh PICT Working Paper N° 27, Edinburgh University

MAILLAT O., CREVOISIER O., LECOO B., 1993.- "Réseaux d'innovation et dynamique territoriale: l'Arc jurassien" in: Maillat O., Quévit M. et Senn L., 1993 - **Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional.**- EDES, Neuchâtel

MAILLAT D., NEMETI F., PFISTER M., 1993 - **L'industrie microtechnique en Suisse.**- EDES Neuchâtel

MAILLAT D., PERRIN J.-C. (éds.), 1992 - **Entreprises innovatrices et réseaux locaux.**- Neuchâtel: EDES

MAILLAT O., QUEVIT M., SENN L. (éds.), 1993 - **Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional.**- EDES, Neuchâtel

MAILLAT D., NEMETI F., PFISTER M., 1994a - **Localisation des activités microtechniques en Suisse.**- Société Neuchâteloise de Géographie, Bulletin N° 38

MAILLAT D., NEMETI F., PFISTER M., 1994b - **L'émergence d'une nouvelle industrie dans l'Arc jurassien: les microtechniques et leurs relations avec le territoire.**- Société Neuchâteloise de Géographie, Bulletin N° 38

MAILLAT O., CREVOISIER O., 1995 - **Quel développement pour l'Arc jurassien?.**- Neuchâtel: EDES

Le rôle du contexte industriel sur la diffusion de CIM

MAILLAT D., LECOQ B., NEMETI F., PFISTER M., 1995 *Technology Districts and Innovation: the Case of the Swiss Jura Region - Regional Studies Association Vol 29-3*, p.

MAJCHRZAK A., 1988 - *The human side of factory automation.*- San Francisco: Jossey-Bass Publishers

MCCUTCHEON D., RATURI A., MEREDITH J., 1994 - *The Customization-responsiveness Squeeze.*- Sloan Management Review, Winter 1994: p. 89-99

MEIER C., 1994 - *Le CIM: mode d'emploi.*- Le Marché Suisse des Machines, 4/1994

METCALFE S.J., GIBBONS M., 1991 - *Technology Policy in an Evolutionary World.*- Manchester University Working Paper, May 1991

NELSON R., WINTER S., 1977 - *In search of a useful theory of innovation.*- Research Policy 6: p. 36-76

NELSON R. (Ed.), 1993 - *National Systems of Innovation: a Comparative Analysis.*- New-York: Oxford University Press

NEMETI F., PFISTER M., 1994 - *Aspects de la compétitivité de l'industrie microtechnique suisse.*- EDES Neuchâtel

NIOSI J., BELLON B., SAVIOTTI P., CROW M., 1992 - *Les systèmes nationaux d'innovation: à la recherche d'un concept utilisable.*- Revue Française d'Economie, numéro d'hiver: p.

NISHIGUCHI T., 1993 - *Strategic Industrial Sourcing: The Japanese Advantage.*- Oxford University Press

OCDE, 1991 - *Ressources humaines et technologies de fabrication avancées.*- Paris: OCDE

OCDE, 1993 - *Enquêtes sur la diffusion de la micro-électronique et des techniques de fabrication avancées.*- Revue STI N° 12, Avril 1993

(OFQC) OFFICE FEDERAL DES QUESTIONS CONJONCTURELLES, 1991 - *Programme d'action CIM en Suisse: bilan et perspectives.*- Bâle

OHNO T., 1978 - *Le système de production Toyota.*- Tokyo: Diamond Company

Bibliographie

PACHE G., PARAPONARIS C., 1993 - **L'entreprise en réseau.**- Paris: Presses Universitaires de France

PECOUEUR B., 1991 - **Le développement local.**- Paris: Nouvelle Economie

PEREZ C., 1983 - **Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social system.**- *Futures* 15: p. 357-375

PERRIN J.-C., 1990 - **Organisation industrielle: la composante territoriale.**- *Revue d'Economie Industrielle* N° 51: p. 276-303

PFISTER M., 1995 - **Microtechniques et réseaux d'Innovation.**- Thèse de Doctorat en sciences économiques de l'Université de Neuchâtel

PICON P., VELTZ P., 1994 - **L'informatique et les nouveaux modèles d'organisation dans l'industrie.**- *Problèmes Economiques* N° 2.401, décembre 1994

PIORE M.J., SABEL C., 1984 - **The Second Industrial divide: Possibilities for Prosperity.**- New York: Basic Books

PINE J., VICTOR B., BOYNTON A., 1993 - **Comment faire du "sur mesure de masse".**- Harvard l'Expansion, Hiver 1993

PLANQUE B., 1988 - **La PME innovatrice: Quel est le rôle du milieu local?**- *Revue internationale PME* N° 2, 1988

PLANQUE B., 1993 - **"Réseaux d'innovation" et milieu régional: un cas méditerranéen.**- in: MAILLAT D., QUEVIT M., SENN L (éds), 1993 - **Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional.**- EDES, Neuchâtel

PORTER M.E., 1985 - **The competitive advantage of firms.**- McMillan, London

PORTER M.E., 1990 - **The competitive advantage of nations.**- McMillan, London

PRICE M.J., CHEN E.E., 1993 - **Total quality management in a small, high-technology company.**- *California Management Review*, Summer 1993: p. 96-117

PROBLEMES ECONOMIQUES, 1987 - **Le nouveau consommateur japonais.**- N° 2-563, décembre 1987

Le rôle du contexte industriel sur la diffusion de CIM

PROCTER S., ROWLINSON M., HASSARD J., 1994 - CIM and the process of innovation: integrating the organization of production.- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

PYKE F., 1992 - Regional development in an era of increasing globalisation.- Geneva: International Institute for Labour Studies publications

QUEVIT M., 1993 - Réseaux de partenariats technologiques et milieux innovateurs.- In: MAILLAT D., QUEVIT M., SENN L (éds), 1993 - Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional.- EDES, Neuchâtel

QUINN J.B., HILMER F.G., 1994 - Strategic Outsourcing.- Sloan Management Review, Summer 1994

RICHARDSON G., 1972 - The Organization of Industry.- Economic Journal, september, p. 883-896

ROBERTSON T.S., 1993 - How to Reduce Market Penetration Cycle Times.- Sloan Management Review, Fall 1993

SALAS A., 1989 - L'analyse économique des conventions du travail.- Revue Economique, Vol 40, N° 2

SAXENIAN A., 1991.- The Emerging Flexible Organization: Perspectives from Silicon Valley.- California Management Review, Summer 1992: p 33-52

SCHEER A.W., 1991 - CIM: Towards the factory of the future.- Heidelberg: Springer-Verlag

SCHMOOKLER J., 1966 - Invention and Economic Growth.- Cambridge, MA: Harvard University Press

SCHONBERGER R.J., 1982 - Japanese Manufacturing Techniques.- New-York: The Free Press

SCHUMPETER J., 1934 - The theory of economic development.- Cambridge: Harvard

SECRETARIAT SUISSE POUR LE PROGRAMME IMS, 1996 - Questions relatives à l'entreprise virtuelle.- KBF Bulletin N° 4, pp 12-14, Berne

SEKINE K., 1983 - Kanban: gestion de production à zéro stock.- Paris: Editions Hommes et Techniques

Bibliographie

SHANI R., GRANT R.M., KRISHNAN R., THOMPSON E., 1993 - **Advanced Manufacturing Systems and Organizational Choice: Sociotechnical System Approach.**- California Management Review, Summer 1993: p. 91-111

SHINGO S., 1984 - **Maîtrise de la production et méthode Kanban.**- Paris: Editions d'Organisation

SIEGER H., 1995 - **Kooperation - Schlüssel zum Innovationserfolg.**- Bundesamt für Konjunkturfragen

SIVIERO A., 1994 - **Le rôle des systèmes territoriaux de production dans la compétitivité nationale: le cas des activités à haute technologie.**- Thèse de Doctorat en Sciences Economiques à l'Université de Neuchâtel: Neuchâtel, l'Ecole

STALK G., WEBBER A., 1993 - **La face sombre du modèle japonais.**- Harvard l'Expansion, Hiver 1993

STORPER M., 1993 - **Regional 'Worlds' of Production: Learning and Innovation in the Technology Districts of France, Italy and the USA.**- Regional Studies, Vol 27.5. p. 433-455

SUAREZ F., CUSUMANO M.A., FINE C., 1995 - **An Empirical Study of Flexibility In Manufacturing.**- Sloan Management Review, Fall 1995

SWAN J., 1994 - **The Roles of Professional Associations in the Diffusion and Shaping of Computer Aided Production Management Technologies In Britain and North America.**- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

SYDOW J., 1992 - **Enterprise networks and co-determination: The case of the Federal Republic of Germany.**- in International Institute for Labour Studies - **Is the Single Firm Vanishing? Inter-Enterprise Networks Labour and Institutions.**- Forum on labour in a changing world economy, Geneva

TENG J., GROVER V., FIEDLER, K., 1994 - **Business Process Reengineering: Charting a Strategic Path for the Information Age.**- California Management Review, Spring 1994

THE ECONOMIST, 1995 - **Computer-aided design: The Jig is up.**- The Economist, August 12th-18th 1995

THE ECONOMIST, 1995 - **Second time around.**- The Economist, August 12th-18th 1995

Le rôle du contexte industriel sur la diffusion de CIM

THOMAS P.R., 1990 - Competitiveness Through Total Cycle Time: An Overview for CEOs.- New York, McGraw-Hill

TOFFLER A., 1991 - Les nouveaux pouvoirs.- Paris: Fayard

VENKATESAN R., 1992 - Strategic Outsourcing To Make or Not to Make?.- Harvard Business Review, December 1992

VENKATRAMAN N., 1994 - IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition.- Sloan Management Review, Winter 1994

VILLEVAL M.C., 1994 - Innovation technologique et organisationnelle entre la mondialisation et les spécificités nationales.- Analyses de la S.E.D.E.I.S N° 100, juillet 1994

VON HIPPEL E., 1976 - The dominant role of users in the scientific instruments innovation process.- Research Policy N° 5

VON HIPPEL E., 1988 - The sources of Innovation.- New York: Oxford University Press

WALDNER J-B., 1990 - CIM: l'intégration de la production.- Paris: Economica

WEIGELE R., 1995 - Leistungsausweis der CIM-Bildungszentren 1990 bis 1995.- Schweizerische Koordinationsstelle CIM-Aktionsprogramm

WILLIAMS R., 1994 - Closing the Technology Gap between Users and Producers of CAPM Systems.- Paper presented at the COST A4 international research workshop: "The Social Shaping of CAPM/CIM", Gilleleje, april 1994

WILLIAMS R., EDGE D., 1992 - Social Shaping Reviewed: Research Concepts and Findings in the UK.- Edinburgh PICT Working Paper N° 41, Edinburgh University

WOMACK J.P., JONES D.T., ROOS D., 1990 - The machine that changed the world.- New-York: Rawson Associates/Macmillan Publishing Company

WOMACK J.P., JONES D.T., 1994 - From Lean Production to the Lean Enterprise.- Harvard Business Review, March-April 1994

WYSDECKI R. K., YOUNG J., 1989 - Information Systems: Management Principles In Action.- Wiley & Sons Inc.: New York