Une modélisation des liens de coopération et des trajectoires d'évolution des réseaux d'entreprises

Mehdi Benali

▶ **To cite this version:**

Mehdi Benali. Une modélisation des liens de coopération et des trajectoires d'évolution des réseaux d'entreprises. Génie des procédés. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2005. Français. ⟨NNT : 2005EMSE0028⟩. ⟨tel-00797048⟩

HAL Id: tel-00797048

https://theses.hal.science/tel-00797048v1

Submitted on 5 Mar 2013

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

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

HAL Authorization

THESE

Présentée pour l'obtention du grade de

DOCTEUR en GENIE INDUSTRIEL

De

L'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
et de l'Université Jean Monnet, Saint-Etienne, France

Soutenue publiquement par

Mehdi BENALI

Le 29 novembre 2005

TITRE
Une modélisation des liens de coopération et des trajectoires d'évolution des réseaux d'entreprises

JURY

Rapporteurs

GERARD BEL	MAITRE DE RECHERCHES (HDR) A L'ONERA/DCSD.
LIONEL DUPONT	PROFESSEUR A L'ECOLE DES MINES D'ALBI CARMAUX

Examinateurs

SOPHIE D'AMOURS	PROFESSEURE A L'UNIVERSITE LAVAL A QUEBEC
ALEXANDRE DOLGUI	PROFESSEUR A L'ECOLE DES MINES DE SAINT-ETIENNE
BEATRIX BESOMBES	MAITRE DE CONFERENCES A L'UNIVERSITE JEAN MONNET A ROANNE

Directeur de thèse

PATRICK BURLAT	PROFESSEUR A L'ECOLE DES MINES DE SAINT-ETIENNE.

A ma grand mère

Yemma Khdidja

Je ne saurai témoigner toute la reconnaissance que je dois à Monsieur P. BURLAT pour les nombreuses discussions et conseils très utiles qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de ce travail.
Mes remerciements vont aussi à tous les membres d'OMSI pour m'avoir accueillie au sein de leur équipe. Qu'ils trouvent ici mes plus respectueux remerciements.

Je tiens à témoigner ma profonde gratitude et mes plus chaleureux remerciements à ma famille pour leur soutient inestimable et leurs incessants encouragements.

Un grand merci à ma femme Caroline, toujours présente, dans les meilleurs comme dans les pires moments.

Je suis également très reconnaissant à tous ceux qui ont contribués à la réalisation de ce travail, les thésards du centre G2I et mes amis.

INTRODUCTION

GENERALE

Coopérer, pour une entreprise ou organisation, devient aujourd'hui un impératif économique incontournable pour survivre à une concurrence de plus en plus ardue. En effet, les produits sont de plus en plus complexes et les exigences des clients sont en perpétuelles évolutions. Souvent une entreprise seule ne possède pas les compétences, les ressources, et les connaissances suffisantes à la réalisation de tels produits et à la satisfaction complète des clients. Ainsi, les entreprises ont appris à se focaliser sur leur cœur de métier et à coopérer avec d'autres entreprises, pour compléter les compétences manquantes à la réalisation de leurs objectifs et à la satisfaction des exigences des consommateurs. Dans cet environnement économique moderne, caractérisé par des mutations incessantes, les entreprises sont appelées à être adaptatives, flexibles et proactives pour faire face à ces perturbations. Pour cela, elles ont répondu en construisant des espaces coopératifs dans lesquels elles travaillent et réagissent ensemble. Ces espaces coopératifs, appelés le plus souvent "nouvelles formes organisationnelles", ont émergés dans les années 80 sous diverses formes (réseau d'entreprises, entreprise réseau, entreprise virtuelle, entreprise étendue, club d'entreprises, district, cluster, consortium, association, SPL, groupement de PME, etc.…). Ainsi, les entreprises se sont regroupées pour former des ensembles nationaux et transnationaux à même de lutter efficacement contre la concurrence par l'amélioration de la compétitivité, le développement des capacités d'innovation et l'accès à des marchés plus importants.

Aujourd'hui une entreprise possède souvent des liens et relations de différents types avec divers partenaires en fonction de ses objectifs, besoins et caractéristiques. Cette multiplicité et diversité des liens a amené les dirigeants, mais aussi les chercheurs, à prendre en compte l'entreprise avec ses ramifications. En effet, la première fonction de toute entreprise est de vendre ses produits et/ou services. Combiné aux contraintes et pressions de l'économie de marché, cet objectif est atteint par la construction de relations étroites entre les différents acteurs de la vie économique : du fournisseur au distributeur et consommateur final. Dans ce contexte l'entreprise doit être vue dans le cadre d'un système global et non plus comme une entité isolée.

Ce phénomène organisationnel a donné lieu à une littérature abondante émanant de divers domaines : management, sciences de gestion, génie industriel, sciences sociales et humaines, etc. Les travaux d'études et d'analyses de la coopération ont commencé par s'intéresser à la compréhension du "pourquoi" et des objectifs de la formation des nouvelles formes organisationnelles. Aujourd'hui les travaux consacrés au phénomène coopérationnel se focalisent plutôt sur le "comment" gérer les coopérations. Ainsi, des aspects tels que l'avantage concurrentiel, le choix des partenaires et les risques font l'objet d'intérêt grandissant. Les phénomènes d'apprentissage organisationnel ou de transfert de compétences via la coopération sont aussi l'objet de travaux de recherche. Les systèmes d'information inter-organisationnels sont de plus en plus étudiés pour améliorer la gestion de la coopération inter-entreprises.

Il est à noter que beaucoup de ces travaux ont souligné l'instabilité de la coopération sans pour autant aller plus loin. En effet, les liens de coopération sont en perpétuel changement ; les nouvelles formes organisationnelles ne représentent pas des formes définitives mais plutôt des états transitoires. Les entreprises cherchent à répondre efficacement à la complexité et la dynamique de l'environnement par un accroissement de leur flexibilité. Une flexibilité traduite par une amélioration continuelle des produits, services et prestations, par le développement de nouvelles relations et la recherche de fortes synergies. Ainsi, les coopérations se construisent, se développent, changent de formes et s'estompent.

De ce fait, un des aspects émergeant de la coopération inter-entreprises aujourd'hui et qui prend de plus en plus d'importance est sans doute la dynamique dans le temps et la mutation des formes organisationnelles, d'autant plus que ces mutations sont facilitées par un développement fulgurant des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Ainsi, sur cet aspect d'évolution des coopérations les questions sont diverses, et restent ouvertes. Comment les organisations passent-elles d'une forme à une autre ? Peut-on prévoir ces mutations ? Est-il possible de piloter et d'accompagner le changement organisationnel ? Quels sont les facteurs qui incitent une organisation à prendre une trajectoire plutôt qu'une autre ? etc. Le champ d'étude est donc vaste, et appelle à plus d'approfondissements, d'analyses et de décryptages.

Dans ce contexte notre travail propose de s'intéresser aux deux aspects de la coopération inter-entreprises : l'aspect statique et l'aspect dynamique. Un aspect statique dans lequel nous nous proposons de modéliser et d'identifier les liens de coopération potentiels au sein d'une organisation et plus particulièrement un groupement de PME, en fonction des caractéristiques internes aux entreprises. Le réseau est ainsi modélisé par une cartographie organisationnelle. L'aspect dynamique s'intéresse à l'évolution de cette cartographie organisationnelle en fonction des décisions et actions susceptibles d'être prises par les différents acteurs du réseau.

Dans ce travail nous nous focalisons plus particulièrement sur les réseaux ou groupements de PME, c'est à dire les organisations formées de plusieurs PME (généralement plus de deux) qui se regroupent sous des formes juridiques variées, mais qui restent juridiquement indépendantes afin de mener à bien un projet allant d'un simple partage de ressources jusqu'à la réalisation d'une innovation en commun.

Ce sujet de thèse a été inspiré par la réalité économique observée lors des deux projets de recherche GRECOPME I et II et les travaux de S. Peillon (Peillon 2001). Les expériences pratiques lors de ces travaux ont fait ressortir pour les chefs d'entreprises la difficulté de mesurer les enjeux et les risques liés au choix de la construction d'une coopération. A la différence des grands groupes industriels, les PME ne peuvent s'appuyer sur des structures juridiques et financières pour rationaliser ce choix. Face à l'incertitude liée à la mesure des enjeux, les chefs d'entreprises se basent souvent lors de la constitution de coopérations sur des hypothèses peu fiables de gains espérés ou estimés, et des objectifs à atteindre. Les risques encourus du fait de la coopération sont rarement évalués de façon rationnelle. De la même façon, ces entrepreneurs ne disposent pas de méthodologies d'aide à la décision pour les aider à prendre les bonnes décisions, ni d'outils pour évaluer la performance de leur groupement, ce qui les rend souvent hésitants pour poursuivre ou développer des démarches de coopération inter-entreprises.

Ainsi, il a été remarqué que les relations industrielles sont souvent construites grâce à des liens inter-personnels durables entre les dirigeants des PME. Cela est le cas par exemple dans les districts italiens, où la confiance est un critère primordial pour le choix des partenaires : le développement naturel des réseaux y est principalement guidé par des interconnexions antérieures. Dans d'autres régions, sans cette culture de clan, les réseaux sont principalement structurés étape par étape, par des rencontres fréquentes ou occasionnelles. Dans ce cas, les clubs industriels aussi bien que le contexte institutionnel, jouent un rôle important dans l'émergence des réseaux de PME. Cependant, dans les deux cas les liens personnels entre les managers ont une influence manifeste sur la forme organisationnelle obtenue.

Il est clair que la confiance et les relations personnelles resteront des facteurs essentiels dans le développement des relations inter-entreprises. Néanmoins, il n'est pas certain que les réseaux et structures obtenus répondent réellement aux besoins et objectifs économiques de chacun des acteurs. Il est aussi possible que des liens pertinents soient négligés. Par conséquent, il paraît utile pour les entrepreneurs d'utiliser des outils objectifs pour détecter et identifier les relations potentielles en fonction des caractéristiques structurelles de leurs entreprises. Cela pourrait motiver et inciter les entreprises à développer de manière objective de nouvelles activités au sein de coopérations, indépendamment d'aspects personnels, de liens préexistants ou de réputation. De plus, avoir une vision statique mais aussi dynamique de l'évolution de leur entreprise ou du réseau les rend moins hésitants à développer des relations plus étroites et à rechercher des liens et des synergies fortes et pertinentes. Enfin, de tels outils renforceraient le climat de confiance.

Notre travail s'inscrit dans cette optique, proposant une méthodologie pour aider les dirigeants, mais aussi divers acteurs économiques, à détecter des liens de coopération potentiels dans un réseau d'entreprises en fonction des caractéristiques structurelles internes des entreprises. Ce travail inclue une vision dynamique de l'évolution des coopérations au sein du réseau, en fonction des changements qui peuvent être opérés au sein des entreprises et de diverses décisions qui peuvent être prises par les acteurs du réseau.

La méthodologie d'analyse proposée est basée sur une typologie des modes de coordination entre les différentes entreprises du réseau (Peillon 2001, Burlat et *al.* 2001). Cette typologie est basée sur deux paramètres : la complémentarité des activités et la similarité des compétences. Ces deux paramètres ont été identifiés comme étant discriminant pour justifier le choix d'un mode de coordination industriel dans le cadre d'un groupement de PME. Le choix de ces deux paramètres est fondé sur l'analyse des activités et des compétences des firmes.

Partant de cette théorie, nous développerons notre approche en nous basant non seulement sur ces deux paramètres clés que sont les activités et les compétences mais aussi en intégrant d'autres paramètres explicatifs que nous appelleront paramètres contingents. Ces derniers auront un effet notoire sur la coopération et son évolution entre deux partenaires. Cet effet peut être positif, accélérant la coopération, comme il peut être négatif, freinant et parfois stoppant la coopération.

Aussi, nous utiliserons la complémentarité des activités et la similarité des compétences comme paramètres de commande dans l'évolution du réseau. Ils seront utilisés comme leviers sur lesquels il serait possible d'agir pour influer la trajectoire d'évolution d'un réseau d'entreprises. Ainsi, nous décrirons l'évolution du réseau par une "trajectoire organisationnelle" que nous définirons comme étant une succession de configurations, liées par des processus de transformation. Les changements en termes d'activités et de compétences permettront le passage d'un état à un autre.

L'enjeu de la modélisation est ici non seulement de fournir des modèles d'une organisation existante, mais également de proposer des préconisations quant aux schémas pertinents d'évolution de cette organisation, c'est à dire quant à ses trajectoires organisationnelles potentielles ou probables.

Ainsi, cette thèse est structurée en quatre grandes parties, selon le schéma de recherche et d'analyse suivant :

La première partie est composée d'un seul chapitre dans lequel nous avons regroupé notre recherche bibliographique et un état de l'art. Cette partie permettra de positionner notre problématique par rapport aux différentes théories et approches scientifiques qui ont traité de la coopération inter-entreprises que cela soit dans une perspective statique ou dynamique. Elle permettra aussi de définir les concepts de coopération et coordination et de délimiter l'objet de l'étude. Nous présenterons quelques travaux récents qui se positionnent en amont ou en aval par rapport à notre problématique. Nous développerons enfin, en détail, les concepts de base que nous utiliserons tout au long de la thèse.

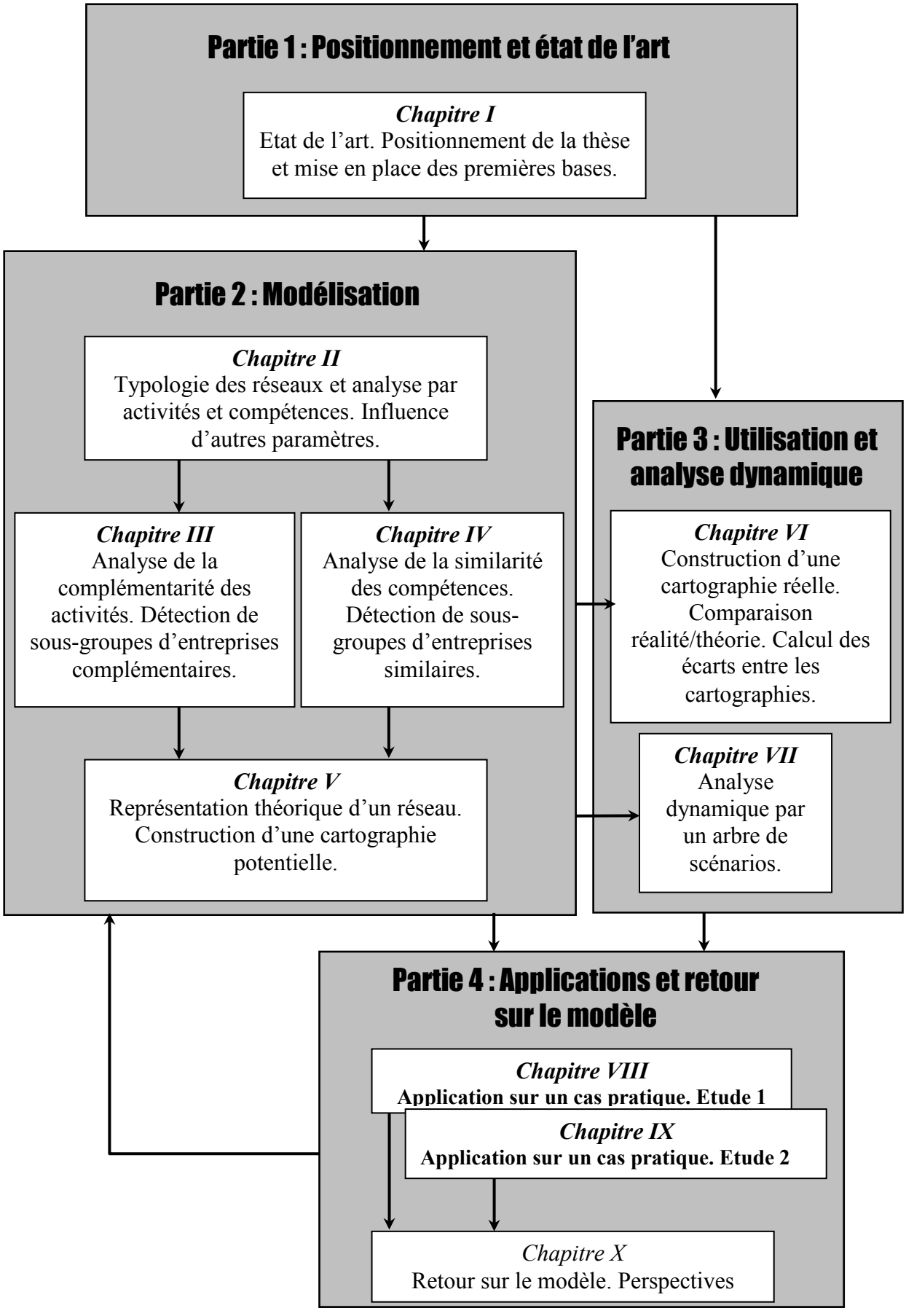
La deuxième partie est consacrée aux différentes modélisations que nous avons développées, à partir des deux paramètres utilisés, jusqu'à la représentation graphique d'un réseau. Cette partie est composée de quatre chapitres. Le chapitre II pose les bases de notre approche, en expliquant le choix des deux paramètres de similarité des compétences et de complémentarité des activités, et en expliquant la construction d'une typologie des réseaux en fonction de ces deux paramètres. Le chapitre III, s'intéresse à l'analyse de la complémentarité des activités et à la manière dont nous avons procédé pour modéliser ce paramètre. Le chapitre IV reprend la même structure pour la similarité des compétences. Enfin, le chapitre V explique les notions utilisées pour développer la représentation d'un réseau d'entreprises par une cartographie organisationnelle, prenant en compte la complexité et l'aspect multidimensionnel d'une relation inter-entreprises.

La troisième partie est structurée en deux chapitres dans lesquels nous exploitons les différentes modélisations présentées dans la deuxième partie. Ainsi, dans le chapitre VI nous verrons comment nous procédons à une analyse statique en évaluant l'écart entre la théorie (cartographie théorique construite à partir de la complémentarité des activités et de la similarité des compétences) et la cartographie réelle issue du terrain. Dans le chapitre VII nous nous intéressons à l'analyse dynamique d'un réseau, et à la représentation de sa trajectoire organisationnelle. Nous verrons ainsi que l'utilisation d'un arbre de scénarios nous aidera à modéliser le concept de trajectoire organisationnelle.

Dans la quatrième et dernière partie nous déroulons notre méthodologie sur deux cas d'études, et nous verrons la possibilité de faire un retour sur les hypothèses de départ concernant la similarité des compétences et la complémentarité des activités. Cette partie est structurée en trois chapitres. Le chapitre VIII présente la première étude pratique. Elle a été faite sur un échantillon de douze PME appartenant à un club d'entreprises. Le chapitre IX concerne la deuxième application sur un cas pratique, un réseau de quatre PME. La taille du réseau nous a permis de dérouler une analyse dynamique et de voir comment la trajectoire organisationnelle du réseau pouvait évoluer. Le chapitre X utilise les résultats obtenus lors des études pratiques pour formuler quelques critiques, faire un retour sur le modèle initial, et développer les perspectives émergeant de notre méthodologie d'analyse.

Ce travail est accompagné d'un questionnaire que nous avons construit pour faire le lien avec la réalité. Ce questionnaire nous a permis de procéder aux études pratiques. Nous présenterons lors des annexes I et II le questionnaire et la façon dont il a été élaboré.

Pour mieux expliciter les étapes suivies dans notre démarche de recherche et voir la relation entre les différents chapitres et parties de la thèse, nous donnons le schéma suivant :


Partie 1 : Positionnement et état de l'art
Chapitre I
Etat de l'art. Positionnement de la thèse et mise en place des premières bases.
Partie 2 : Modélisation
Chapitre II
Typologie des réseaux et analyse par activités et compétences. Influence d'autres paramètres.
Chapitre III
Analyse de la complémentarité des activités. Détection de sous-groupes d'entreprises complémentaires.
Chapitre IV
Analyse de la similarité des compétences. Détection de sous-groupes d'entreprises similaires.
Chapitre V
Représentation théorique d'un réseau. Construction d'une cartographie potentielle.
Partie 3 : Utilisation et analyse dynamique
Chapitre VI
Construction d'une cartographie réelle. Comparaison réalité/théorie. Calcul des écarts entre les cartographies.
Chapitre VII
Analyse dynamique par un arbre de scénarios.
Partie 4 : Applications et retour sur le modèle
Chapitre VIII
Application sur un cas pratique. Etude 1
Chapitre IX
Application sur un cas pratique. Etude 2
Chapitre X
Retour sur le modèle. Perspectives

PARTIE 1

POSITIONNEMENT ET ETAT DE L'ART

CHAPITRE I

RESEAUX ET COOPERATION

La coopération est un terme utilisé très largement et qui peut se confondre avec d'autres notions telles que la coordination, la collaboration, le partenariat, etc. Suivant le domaine et son utilisation, elle peut être considérée comme un concept très large mais aussi un concept restreint. Ainsi, pour certains par exemple, la coopération est un cas particulier de la collaboration. Pour d'autres c'est le contraire. Travailler ensemble par le biais de la coopération, de la coordination ou de tout autre moyen, signifie se mettre en groupe et former une organisation particulière à court, moyen ou long terme. Cette organisation facilitera les échanges et la circulation des flux de tout genre, accroîtra la synergie, et permettra d'instaurer un climat de confiance entre les partenaires. Ces organisations, que nous nommeront "*nouvelles formes organisationnelles*", lient plus au moins étroitement différents acteurs de la vie économique, allant du fournisseur au distributeur et consommateur final. Elles se sont multipliées ces trois dernières décennies pour répondre aux changements du marché et aux contraintes imposées par l'environnement. La première section de ce chapitre nous permettra de faire le tri entre les différentes définitions de la coopération ainsi que de positionner notre analyse par rapport à la coordination. Nous verrons aussi les différentes formes organisationnelles les plus connues.

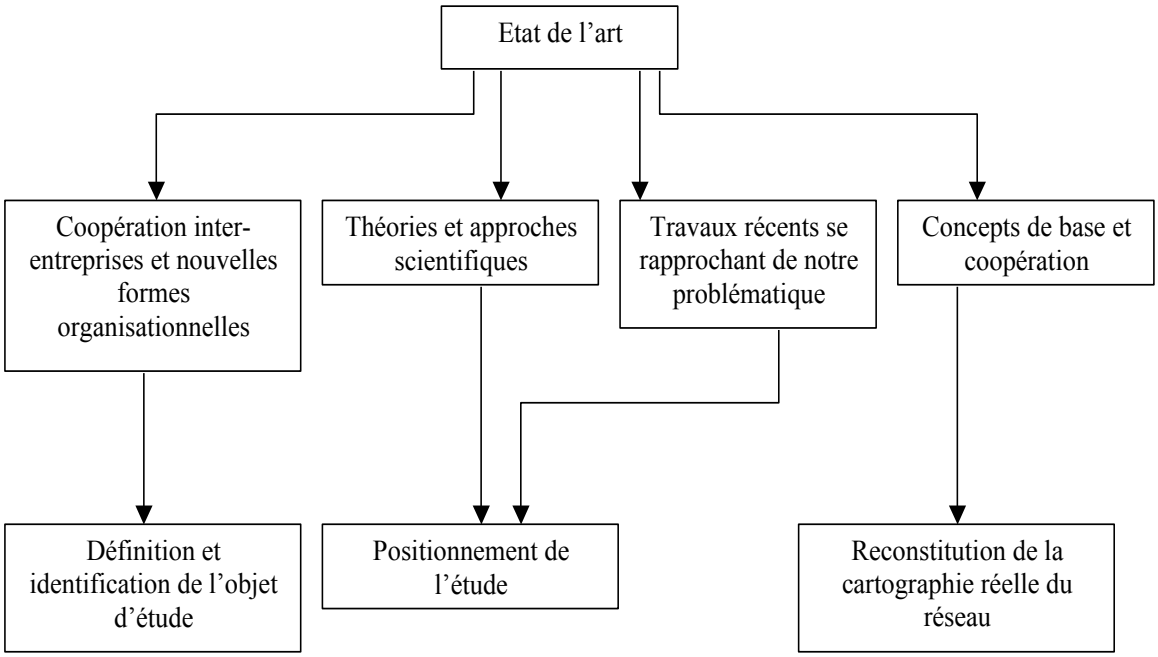
Essayant de faire face et de s'adapter, mais aussi d'agir sur cet environnement, ces nouvelles formes organisationnelles mutent et changent de forme sans cesse. Défensives, réactives, ou proactives elles sont de plus en plus efficaces, mais aussi de plus en plus complexes, cherchant continuellement à se réorganiser. De la même manière, leur gestion est de plus en plus complexe et doit prendre en compte cette dynamique. Dans cette recherche de solutions et d'explications plusieurs théories économiques et théories de la firme issues de divers domaines (management, économie, sociologie …) se sont intéressées à ces phénomènes, chacune allant de sa propre vision et méthode d'analyse. La deuxième section de ce chapitre va s'intéresser à ces théories en essayant d'expliquer leur prise en compte du phénomène coopératif. Nous verrons l'influence et l'implication de chaque théorie et approche par rapport à notre travail.

Bien entendu nous ne sommes pas les premiers ni les seuls à nous intéresser à ces phénomènes organisationnels. Plusieurs travaux en amont ou en aval par rapport à notre analyse sont ou ont été menés. En raison de la multitude des travaux existants, chacun avec son originalité, nous avons choisi de parler, dans la troisième section de ce chapitre, des travaux qui se rapprochent le plus des nôtres.

Nous fermerons ce chapitre par une section dans laquelle nous expliciterons quelques concepts qui nous seront utiles pour la construction de ce que nous appellerons la "cartographie organisationnelle réelle d'un réseau". Ainsi, nous nous concentrerons sur les trois types de coopération les plus connus à savoir : horizontale, verticale et diagonale.

Schéma de présentation du chapitre I

Le schéma présenté ci-dessous décrit l'enchaînement des idées qui seront présentées. Il résume le cheminement de notre travail à travers les quatre sections de ce chapitre.



Section 1 : Coopération inter-entreprises et émergence des nouvelles formes organisationnelles

1.1. Emergence des nouvelles formes organisationnelles

L'apparition et l'accentuation, dans les 20 dernières années, d'un nouvel environnement de concurrence dans un contexte mondial, a poussé les entreprises à revoir leur système d'organisation. Cette pression compétitive de plus en plus ardue rend le marché instable et les entreprises extrêmement vulnérables. Ces nouvelles exigences du marché se traduisent essentiellement par une demande de produits de plus en plus personnalisés avec des critères de qualité bien définis, un renouvellement de plus en plus rapide, et un raccourcissement des délais. Dans ce contexte les acteurs de cette nouvelle économie ont repensé leur façon de travailler en commençant par remettre en cause les structures traditionnelles : "*Les entreprises ont amorcé un mouvement très général d'aplatissement des structures par la réduction du nombre de niveaux hiérarchiques. La quasi-totalité des grandes entreprises mondiales ont entrepris ce mouvement ; beaucoup d'entre elles annoncent déjà une réduction de moitié de ses niveaux*" (Strategor 1997). La première composante remise en cause est la division verticale du travail. La deuxième composante est la pré-éminence de la coordination sur la hiérarchie (la relation chef-subordonné perd sa signification lorsque les rôles ne sont pas stables, lorsqu'on peut être tour à tour chef et subordonné, lorsque prévaut dans l'organisation un concept plus large et multiforme de leadership). Cette réorganisation a été rendue possible grâce à l'évolution des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), qui au passage ont bouleversé la notion de pouvoir qui était fortement liée à la

rétention de l'information et qui maintenant est synonyme de capacité à faire parvenir l'information aux personnes compétentes.

Les entreprises doivent avoir non seulement une flexibilité opérationnelle mais aussi une flexibilité fonctionnelle et organisationnelle. La réactivité, la proactivité, la flexibilité, et l'innovation sont devenus des éléments clés de plus en plus indispensables pour faire face à la concurrence. Pour apporter une réponse efficace, celle-ci doit être le résultat d'un travail collectif. Ceci a mené les entreprises à travailler de manière très étroite avec leurs fournisseurs et leurs clients, faisant ainsi de la coopération un nouvel "idéal type" (Livian 1998). La compétitivité des firmes repose sur leur capacité à coopérer : "*Les entreprises qui l'emporteront seront celles qui sauront fonder durablement leur avantage concurrentiel sur la meilleure conjonction des intelligences, des savoirs et des compétences qu'elle agrégent, pour créer sans cesse une valeur ajoutée qui fasse la différence*" (Sérieyx 2000).

Des espaces organisationnels se sont développés donnant lieu à diverses formes organisationnelles basées sur le travail en groupe. Ces nouvelles formes organisationnelles se positionnent entre le marché et la hiérarchie.

1.2. Les différentes formes organisationnelles

La meilleure manière que les entreprises ont trouvé pour répondre aux exigences de plus en plus accrues de la nouvelle économie, est donc de s'organiser dans le cadre de multiples architectures et configurations industrielles. La multiplication de ces configurations ces deux dernières décennies a obligé la communauté scientifique à identifier et étudier chaque type d'organisation. De ce fait nous pouvons remarquer que souvent plusieurs dénominations visent la même structure. Nous allons donc dans ce qui suit essayer de donner une liste non exhaustive des nouvelles formes d'organisation les plus courantes et les plus connues.

1.2.1. Entreprise Réseau

F. Butera (Butera 1991) définit l'entreprise réseau comme étant : "*un ensemble d'entreprises liées les unes aux autres par un cycle de production. Le lien n'est ni juridique, ni structurel ; il revêt souvent la forme de simples accords. Ces entreprises ont en commun un puissant système de coopération fonctionnelle."* Quant à D. Poulin (Poulin et *al.* 1994), elle affirme que l'entreprise réseau : "*est une entreprise qui a choisi d'étendre son action pour partager les défis d'un environnement économique dont elle maîtrise d'autant mieux la complexité qu'elle est outillée des compétences de ses partenaires. Des partenaires convaincus comme elle-même des multiples avantages d'une alliance* "

Nous pouvons ainsi trouver plusieurs dénominations différentes pour l'entreprise réseau, nous pouvons citer par exemple : *Filières* (Bellon et *al.* 1984), *Constellations d'entreprises* (Lorenzoni et *al.* 1988), *Entreprise modulaire* (Brilman 1995) …

F. Butera (Butera 1991) a identifié trois types de configuration de l'entreprise réseau :

La configuration de type contrôle (entreprise réseau à base hiérarchique)

Dans ce type de configuration les relations sont de nature quasi hiérarchiques entre les donneurs d'ordres et les PME. On parle dans ce cas de quasi-intégration verticale. Ce type de relation est très utilisé dans le secteur de l'industrie automobile ou de l'industrie aéronautique.

La configuration de type coordination (entreprise réseau à centre de gravité concentré)

Dans ce type de configuration, une entreprise centrale "Pivot" coordonne les différentes participations à la valeur d'un bien. Ce type de coordination est beaucoup utilisé par les systèmes régulés par des holdings financiers ou par des entreprises industrielles non manufacturières comme Benetton, Nike, …

La configuration de type coopération (entreprise réseau à multiples centres de gravité ou sans centre de gravité)

Dans le cas d'un système sans centre de gravité, les partenaires s'associent pour mener un projet commun impliquant des relations d'interdépendance comme dans le cas des systèmes à base territoriale (districts industriels, filière). Dans le cas de multiples centres de gravité, le système fonctionne successivement autour de divers acteurs stratégiques, avec des relations d'influences complexes et instables (comme dans le cas des coopératives).

1.2.2. Entreprise Virtuelle

L'entreprise virtuelle est une organisation regroupant plusieurs firmes indépendantes pour la période d'un projet donné. Ces entreprises apportent leurs meilleures ressources et compétences pour que cette entreprise virtuelle se distingue par rapport aux concurrents. (Goranson et *al.* 1997) définit l'entreprise virtuelle comme étant "*Une agrégation temporelle de compétences et de ressources qui collaborent ensemble pour un besoin spécifique tel une opportunité d'affaires*". Ce type d'alliance est donc moins formel et plus opportuniste dans la mesure ou il se fait pour l'exploitation momentanée d'un marché (Couture et *al.* 1999). (Forbairt 1996) représente l'entreprise virtuelle comme une réponse à la vitesse et la globalisation de l'âge digital, mettant l'accent sur son aspect virtuel et temporel. L'entreprise virtuelle est une organisation qui souvent n'a pas de centre physique, avec peu d'employés à plein temps et représentée par une combinaison de compétences et connaissances spécifiques à des individus ou des entreprises. Elle est souvent mise en place avec l'objectif d'offrir un produit ou service particulier. Quand le marché relatif à ce produit décline, l'entreprise virtuelle se dissout, les partenaires retournent vers leur fonction initiale ou trouvent d'autres partenaires pour répondre à une autre opportunité (Jagdev et *al.* 2001).

L'entreprise virtuelle est caractérisée par l'absence d'attributs ou attraits physiques (administration, statuts juridiques …). Ces attributs son remplacés par l'application d'infrastructures d'information et de communication très sophistiquées et surtout par un degré de confiance mutuelle élevé (compréhension mutuelle).

1.2.3. Entreprise Etendue

Le terme d'entreprise entendue est fréquemment utilisé dans la littérature pour refléter un haut degré de coopération entre des organisations. L'intégration des opérations d'organisations indépendantes avec les opérations des fournisseurs et celles des clients peut aboutir sur une entreprise étendue (Jagdev et *al.* 2001). D'après (Browne et *al.* 1995) le concept d'entreprise étendue est principalement fondé sur l'idée de considérer l'entreprise manufacturière traditionnelle et d'y incorporer les entreprises avec lesquelles elle entretient des relations dans le cadre de sa production. (Gott 1996) définit l'entreprise étendue comme étant "*Une sorte d'entreprise représentée par toutes les organisations ou parties d'organisations : clients, fournisseurs, sous-traitants, engagés de façon collaborative à la conception, au développement et à la livraison des produits à l'utilisateur final*".

1.2.4. Chaîne logistique

La chaîne logistique est un ensemble d'activités par lesquelles plusieurs entreprises ont convenu d'associer leurs compétences pour la réalisation et la distribution d'un produit final commun (Jagdev et *al.* 2001). La chaîne logistique est définie par (Lee et *al.* 1993) comme étant un "*Réseau d'installation qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution du produit finis vers le client*". Quant à (Rota-Franz et *al.* 2001), ils définissent la chaîne logistique d'un produit fini comme étant : "*l'ensemble des entreprises qui interviennent dans le processus d'approvisionnement en composants, de fabrication, de distribution et de vente du produit, du premier fournisseur au client ultime*".

1.2.5. Joint ventures

Pour pénétrer un marché étranger, une entreprise peut préférer s'associer avec un partenaire local (entreprise privée, personne publique...), plutôt que de créer seule une succursale ou une filiale. Le recours à une Joint-Venture donne une certaine "légitimité nationale" à l'implantation qui bénéficie alors d'un traitement plus favorable que celui réservé aux étrangers. Le partenaire local permet également une meilleure connaissance du marché local, des pratiques de l'administration et des concurrents. Une joint-venture est une entité légale créée et gérée conjointement par deux ou plusieurs organisations (appelées parents) légalement distinctes dont au moins une a son siège social situé en dehors du pays de l'activité (Verna et *al.* 1995).

1.2.6. Entreprise Fédérale

"*L'entreprise fédérale est constituée d'un petit siège et d'un grand nombre d'unités qui travaillent sous le même nom. A la tête de chaque unité, il y a des chefs qui s'apparentent plus à des leaders. Les décisions sont prises par l'ensemble des chefs. Le centre (siège) traite seulement ce que les unités ne peuvent pas traiter (principe de subsidiarité). Il coordonne, conseille et suggère. Cette forme permet d'avoir une grande taille tout en gardant les avantages des petites unités.* " (Handy 1989).

1.2.7. Entreprise Fractale

Imaginée en Allemagne, elle décrit une organisation formée d'unités de travail semblables, autonomes et auto-organisées (les "fractales"). Une délégation de pouvoir importante est donnée aux équipes de travail. Toutefois, elles doivent aligner leurs objectifs sur ceux de l'entreprise fractale grâce à un processus de propagation (onde de "navigation") de ces objectifs (Favrel 1998).

1.2.8. Consortium d'entreprise

Le consortium d'entreprises est une alliance stratégique entre plusieurs entreprises qui unissent leurs ressources pour créer une nouvelle entreprise, dans le but de réaliser une opération ou un projet. La nouvelle entreprise issue de cette alliance est aussi dénommée consortium (Poulin et *al.* 1994).

1.2.9. Les formes d'organisation productive localisée

Appelées aussi Système Productif Localisé (SPL), se sont des organisations basées sur la proximité territoriale. Un SPL est une organisation d'entreprises groupées sur un territoire

donné (ou bassin d'emplois), dotées de savoir-faire complémentaires autour d'une spécialisation productive. "*Les systèmes productifs locaux reposent sur de véritables externalités territoriales, issues de l'histoire et du jeu des acteurs, autour d'une activité principale et des activités auxiliaires et une main d'œuvre locale qualifiée permettant d'assurer la transmission du savoir-faire entre les générations.*" (Samson 2004). Dans ce type d'organisation la notion de solidarité est souvent fortement ancrée, les acteurs entretiennent des relations de coopération et le plus souvent il n'y a plus de place pour la concurrence. Les SPL prennent plusieurs formes :

1.2.9.1. Districts

Il s'agit d'espaces qui se sont développées spontanément. Ils constituent la base du développement de ce qu'on appelle la "Troisième Italie" résultant de la présence d'une concentration facilitant l'émergence de petites et moyennes entreprises, reposant sur une tradition historique, familiale, productive ou agricole. Les districts peuvent aussi bien apparaître dans certaines grandes métropoles qu'en zone rurale. Quand on observe les districts italiens on note que la flexibilité des hommes et des structures mises en place (centre de formation, mutuelle, banques..) est une des justifications de ce type d'organisation. Le caractère spécialisé et local des savoirs est la clé de voûte du système, ainsi que des liaisons informelles denses entre entreprises et une ambiance sociale spécifique. Les liens qui unissent les acteurs reposent sur un système de valeur et sur le respect de règles communes. On les trouve principalement dans les zones d'emploi à forte densité de PME indépendantes. Les travaux sur les districts industriels ont été initiés en Italie par Becattini et Garofoli au début des années 1980, nous pouvons trouver des publications en langue anglaise quelques années plus tard (Becattini 1990, Becattini 2002, Garofoli 1992), prolongés immédiatement en France et aux USA avec (Courlet et *al.* 1986, Courlet 1987, Scott 1988, Scott 1992). Dans son ouvrage (Pyke et *al.* 1990) résume les caractéristiques et spécificité des districts : "*A characteristic of the industrial district is that it should be conceived as a social and economic whole. That is to say, there are close inter-relationships between the different social, economic, and political spheres, and that the functioning of one, say the economic, is shaped by the functioning and organization of the others ...".*

1.2.9.2. Clusters

On utilise le terme de "cluster" pour désigner un lieu (géographique) présentant une concentration au-dessus de la moyenne d'entreprises industrielles et d'organismes de recherche et d'enseignement supérieur, opérant dans un domaine particulier à un niveau de classe internationale ou visant à le devenir rapidement ; chaque domaine étant renforcé par la présence d'un capital risque et l'appui de l'état et des collectivités territoriales. L'ensemble de ces acteurs partagent une vision commune de sa dynamique de croissance et de sa stratégie d'innovation (communauté d'intérêt). "*Les clusters sont des formes plus distendues et plus ouvertes, avec des relations entre firmes complémentaires produisant non seulement des effets externes pécuniaires marshalliens, mais aussi des externalités de réseau et de connaissance basées sur l'apprentissage et l'ajustement mutuels*" (Samson 2004). Les clusters sont fortement articulés aux chaînes de valeur globales, comme celui de la Silicon Valley aux USA (relations locales non hiérarchisées), le cluster agroalimentaire du Danemark ou celui des télécommunications en Finlande (relations locales hiérarchisées). Porter (Porter 1998) définit le cluster de la manière suivante : "*Geographic concentrations of interconnected companies, specialized suppliers, service providers, firms in related industries, and associated institutions (for example, universities, standards agencies, and trade associations) in particular fields that compete but also co-operate".*

1.2.9.3. Les grappes de PME

C'est un regroupement d'entreprises dans des activités similaires pour que s'établissent entre elles des échanges d'expériences et de méthodes en matière de stratégie, de développement, de recherche et développement, de gestion des compétences humaines, de choix organisationnels et également dans la recherche de nouveaux marchés et de mutualisation de leurs externalités. On est actuellement dans une phase d'encouragement de ce type de SPL. Les entreprises qui les constituent sont encore souvent très concurrentes. Elles sont créées principalement pour des raisons économiques.

1.2.10. Le réseau d'entreprises

"*Les réseaux d'entreprises sont des constructions coopératives à moyen et long termes, qui dans leur forme la plus achevée, s'appuient sur l'intérêt mutuel et réciproque des partenaires en présence*" (Nunes 1994). Pour (Atler et *al.* 1993) les réseaux d'entreprises sont des constellations de firmes organisées à travers l'établissement de contrats sociaux plutôt que des contrats juridiques. Un réseau d'entreprises est un ensemble d'acteurs (entreprises, bureaux d'études, organismes de recherche, …) qui décident de travailler ensemble, dans le cadre d'une structure commune leur permettant de garder leur indépendance juridique et facilitant les interactions, pour atteindre un objectif que seuls ils ne peuvent pas réaliser. Les travaux de (Nunes 1994) ont permis de distinguer deux types de réseau d'entreprises : les réseaux centrés où une entreprise pivot (noyau central) gère et coordonne les interactions, et les réseaux fédérés où aucune entreprise n'est leader. D'autres travaux se sont intéressés aux réseaux de manière plus générale avec un regard plus académique "…*Researchers see networks as a hub and wheel configuration with a focal organization at the hub organizing the inter-independencies of a complex array of firms*" (Dunning 1988, Jarillo 1988)

Cette liste n'est pas exhaustive, d'autres formes existent telles que : les réseaux innovateurs locaux (Fourcade 1994), les réseaux de sous-traitants (Courlet et *al.* 1991), l'entreprise en trèfles (Handy 1989), l'organisation triple I (Handy 1989), les systèmes de production biologiques (Favrel 1998), les "Trade Association" (Atler et *al.* 1993), les "Interlocking Directorate" (Richardson 1987)…

En parcourant toutes ces formes d'organisation émergentes et en lisant toutes ces définitions il est clair que le lecteur reste dans le flou quant aux différences entre toutes ces formes. Plusieurs auteurs ont envisagé de comparer les formes les plus connues comme par exemple : (Barringer et *al.* 2000) qui ont étudié les six formes les plus répondues aux USA à savoir joints-ventures, réseau, consortium, alliance, trade association, interlocking directorate ; (Jagdev et *al.* 2001, Jagdev et *al.* 1998) qui ont comparé ce qu'ils ont appelé les trois types clés de la collaboration inter-entreprises (La chaîne logistique, l'entreprise étendue et l'entreprise virtuelle) ; (Browne J. et *al.* 1999) dans une étude comparative entre l'entreprise étendue et l'entreprise virtuelle dressent les similarités et les différences entre les deux formes ; (Storper et *al.* 1991) quant à eux donnent une typologie de l'organisation productive localisée (les SPL).

Souvent les différences sont dues à des caractéristiques telles que la durée de la coopération, les objectifs, la nature des liens ou des acteurs, la localisation géographique, le degré de formalisation des liens, la confiance, l'utilisation intensive des NTIC, le degré d'intégration, la nature et la complexité du produit, le degré d'engagement financier … Une forme peut être qualifiée par une ou plusieurs de ces caractéristiques avec un degré plus ou moins fort.

L'objet de cette section n'est bien sûr pas de dresser un comparatif entre ces formes ou de les critiquer, mais plutôt de situer notre travail par rapport à ces formes. Lesquelles de ces formes organisationnelles entrent dans le cadre de notre méthodologie d'analyse ? Pour mieux répondre à cette question, nous allons délimiter le champ des organisations par les caractéristiques auxquelles elles doivent répondre. Nous nous intéressons donc à toute organisation formée de deux ou plusieurs entreprises (plus particulièrement des PME sous-traitantes ou non), liée entre elles par des relations formelles ou non de type horizontal, vertical, diagonal ou intersectoriel, qu'elles soient territorialisées ou non, à long, moyen ou court terme. On voit bien que la plupart des formes citées entre dans le cadre de cette définition.

Tout au long de cette thèse nous parlerons plus particulièrement de "réseau d'entreprises ou de PME" ou de "groupement de PME" pour désigner "l'objet de l'étude". Nous utilisons la définition d'un groupement de PME suivante :

Les groupements de PME sont des organisations formées de plusieurs PME (généralement plus de deux) qui se regroupent sous des formes juridiques variées, mais qui restent juridiquement indépendantes afin de mener à bien un projet pouvant aller du simple partage d'une ressource jusqu'à la réalisation d'une innovation en commun. (Peillon 2001)

Après avoir vu les différentes formes organisationnelles émergentes, et avoir identifié et défini le champ de l'étude par rapport à ces organisations, nous tenterons dans ce qui suit de lever les ambiguïtés qui peuvent éventuellement exister entre les deux termes, coopération et coordination. Nous préciserons aussi d'autres termes comme collaboration, partenariat, alliance, coalition … Nous expliquons ces différences dans le cadre de notre analyse et à travers des lectures qui se rapprochent de notre étude.

1.3. La coopération inter-entreprises et ses différentes formes

A ce stade il est nécessaire de donner brièvement quelques définitions qui permettront de situer notre travail par rapport aux différents termes employés dans la littérature pour désigner la coopération inter-entreprises sous toutes ses formes. Nous verrons aussi ce que les deux termes, coopération et coordination, signifient dans le contexte de notre travail. Cette section sera développée de manière plus approfondie dans le prochain chapitre.

Quand deux entreprises entreprennent une ou plusieurs transactions économiques cela signifie qu'elles ont fait entrer en jeux une ou plusieurs fonctions internes pour réaliser cette ou ces transactions. Chaque fonction réalise une ou plusieurs activités. Lors d'une transaction économique les activités vont donc inter-agir (par exemple lors de l'achat de fournitures l'activité achat d'une entreprise va inter-agir avec l'activité vente d'une autre entreprise pour réaliser la transaction). Les deux entreprises vont donc coordonner ces activités à travers l'une des trois formes de coordinations possibles : marché, coopération ou firme (Richardson 1972).

Dans le cas d'une coordination par le marché, une transaction seulement est réalisée. Les deux parties n'ont pas d'obligation de répéter cette transaction. Cependant, si elles continuent de faire des affaires à travers la répétition de cette transaction dans le temps, le degré de confiance entre les deux parties pourrait augmenter, créant ainsi des liens plus au moins étroits et une coopération pourrait se mettre en place (Thoben at *al.* 2001). Dans le troisième cas les parties appartiennent à une même entreprise.
La coopération peut se manifester sous diverses formes : alliance (Jolly 2001), collaboration[1] (Phillips et *al.* 2000), coalition (Porter 1986), cotraitance (AFNOR 1987), externalisation

[1] La collaboration est une forme "légère" de la coopération. La coopération désigne une façon particulière de diviser le travail en sous-tâches : les différents acteurs réalisent des sous-tâches différentes, dans un même lieu

(Lacity et *al.* 1993), impartition (Nunes 1994), partenariat (Altersohn 1992), sous-traitance (Altersohn 1992), maillage (Poulin et *al.* 1994), parrainage (Poulin et *al.* 1994), lien d'agence (Poulin et *al.* 1994) … etc. Dans un souci d'éclaircissement le schéma de la figure suivante donne une hiérarchie des différents termes, selon le sens que nous leur avons donné dans notre travail :

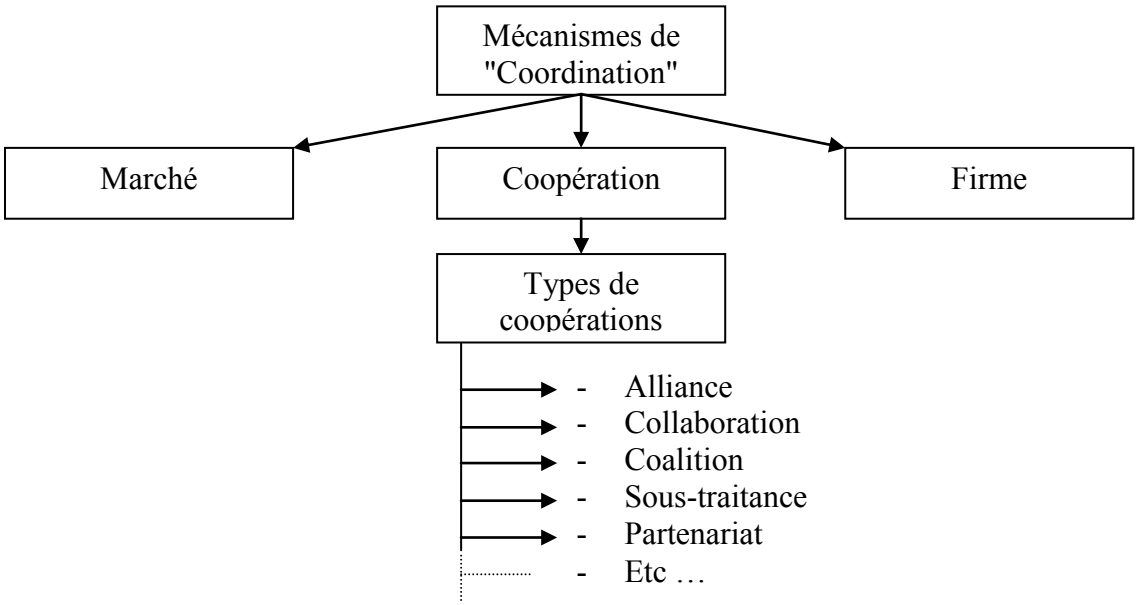


Figure I-1 : Hiérarchie entre coordination et coopération

Nous allons, dans la section suivante, présenter les différentes théories et approches scientifiques qui se sont intéressés aux coopérations inter-organisationnelles. Ainsi, nous verrons leur positionnement par rapport à notre approche.

Section 2 : Coopération inter-entreprises, théories et approches scientifiques

Dans cette section nous nous intéressons aux différentes approches et théories qui ont traité de la coopération inter-organisationnelle de façon statique ou dynamique. Nous allons donc explorer la variété des points de vue existant dans la littérature. Ce n'est que depuis les années quatre-vingt que ces théories ont émergé vraiment, aidé par l'ouverture de la "boite noire" de l'entreprise. Un certain nombre de travaux rencontrés ont classé ces approches selon des typologies différentes basées par exemple sur les perspectives (Trienekens et *al.* 2001) de chaque approche (intégration de processus, organisationnelles, environnementales) ou bien sur des facteurs d'influence et d'intentionnalité des acteurs (Heitz 1998). Nous pouvons aussi citer les travaux de (Gomez et *al.* 1997) qui opposent deux grandes approches : les théories contractualisées et les théories des conventions, mais aussi (Favreau 1990) qui propose une carte des positions théoriques concevables en retenant comme axes : marché interne/marché externe, rationalité procédurale/rationalité substantielle. Dans une étude sur l'évolution des différentes théories (Cabin 1996) propose un tableau synthétique de cette évolution montrant

ou pas, en même temps ou pas. La collaboration désigne un mode de travail en groupe où les différents acteurs réalisent les mêmes sous-tâches, souvent en même temps.

ainsi le passage d'un trop peu de théories traditionnelles à un trop plein de théories actuelles (figure I-2).

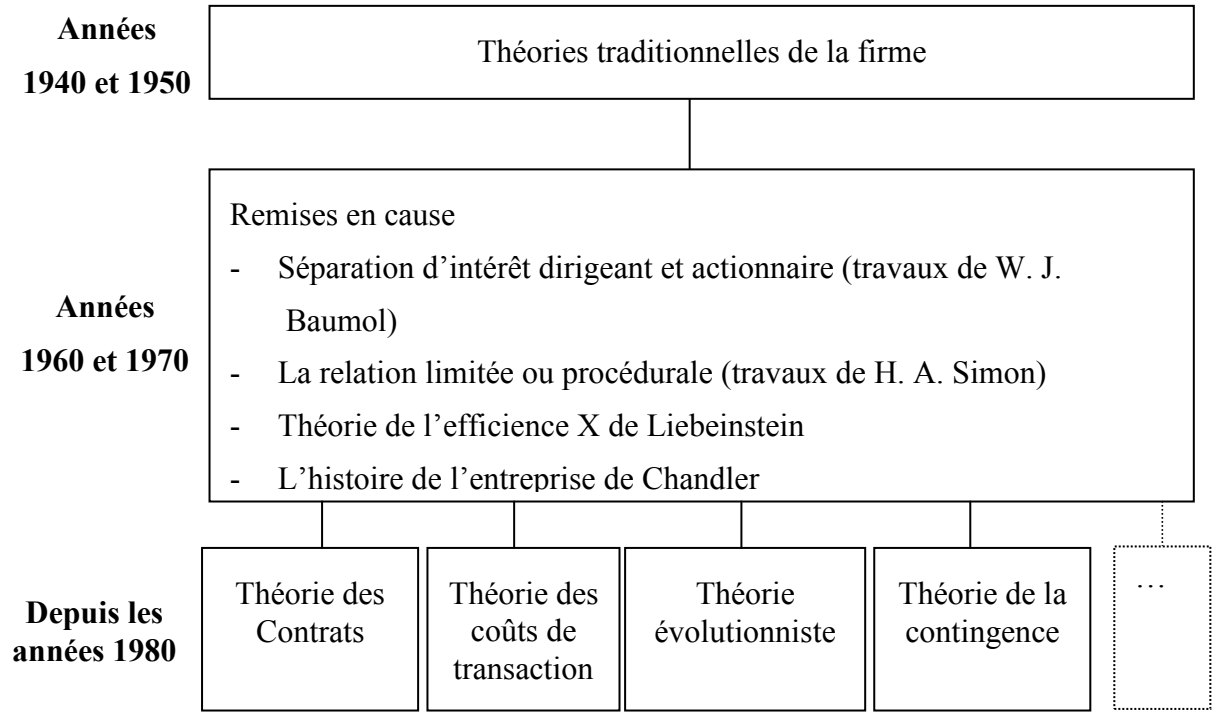


Figure I-2 : Evolution des théories économiques de l'entreprise

Avant les années 50 le domaine de l'économie des organisations était dominé par les approches classiques, qui considéraient les organisations comme des systèmes fermés. Cette période a été marquée par quatre importantes contributions :

1. Les travaux de F. W. Taylor, qui propose une approche basée sur l'organisation scientifique du travail, s'inspirant des sciences expérimentales appliquées à l'activité humaine. Les apports fondamentaux de Taylor peuvent être décrits à partir des quatre principes organisationnels, une division horizontale du travail (parcellisation du travail, spécialisation des tâches et étude du temps d'exécution), une division verticale du travail (la distinction stricte entre les exécutants et les concepteurs de travail), un système de salaire au rendement (établissement du salaire à la pièce), un système de contrôle du travail (à partir du principe d'action, chaque geste de l'ouvrier exécutant est surveillé).
2. Les travaux de H. Ford qui peuvent être vus comme une continuité de ceux de Taylor. Ses trois apports principaux sont, le travail à la chaîne (développement des travaux de mécanisation), la standardisation des biens de production (la production de grandes séries grâce à des pièces interchangeables et standardisées), le principe du "five dollars a day" (instauration d'une rémunération journalière de cinq dollars).
3. Les travaux de H. Fayol sur l'analyse des tâches de gestion. Il dénote la nécessité de faire évoluer la fonction de commandement par le développement des compétences de leadership. Dans cette optique il formule onze principes généraux d'administration, l'unité de commandement, la spécialisation du travail, l'autorité comme addition d'un état statuaire et personnel avec les responsabilités, le principe de discipline, l'unité de direction, la compétence des gestionnaires, la clarté de la hiérarchie, le sens de l'esprit et

du corps, un système de rémunération équitable, le principe d'équité et enfin la stabilité du personnel.

4. Les travaux de M. Weber sur ce qui est appelé la théorie de la bureaucratie. Sa première contribution porte sur la manière avec laquelle les hommes gouvernent les organisations. Il distingue ainsi trois types d'autorité légitime : l'autorité rationnelle ou légale (sous forme de règles et procédures), l'autorité traditionnelle (une autorité transmise par héritage) et l'autorité charismatique (liée aux qualités personnelles des individus). Sa deuxième contribution est le fait qu'il soit convaincu que le rationalisme est le pilier d'une administration efficace, et le fait d'avoir renforcé l'idée de dépersonnaliser les relations de travail en vue de renforcer l'équité dans les organisations.

2.1. Théories et approches scientifique

Les théories classiques vues ci-dessus sont basées sur une approche analytique des problèmes organisationnels, c'est à dire que chaque problème organisationnel peut être divisé en plusieurs composants basiques qui peuvent être analysés séparément. Les résultats de ces analyses sont assemblés pour former une image globale de l'organisation étudiée. Cette façon de faire a été remise en cause par les travaux de L. V. Bertallanffy (Bertallanffy 1968) qui a ouvert une brèche par sa théorie "*System Thinking*" dans laquelle il considère l'entreprise comme un tout d'éléments interconnectés en prenant en compte son environnement. En contraste avec les théories classiques, il se base sur une approche synthétique des organisations : les éléments ne peuvent pas être analysés séparément sans prendre en compte leurs relations avec les autres éléments et l'environnement. A partir de là, les approches proposées ont commencé à prendre en compte non seulement l'organisation, comme un système ouvert, mais aussi ses liens avec son environnement, i.e. ses relations avec les autres organisations. L'apparition de sciences inter-disciplinaires (sciences de la décision, sciences de l'information, recherche opérationnelle, cybernétique …) a aidé au développement et à la diversification des approches modernes. Nous donnons dans ce qui suit les théories les plus connues, dont la plupart se sont développées après les années 80. Cette liste englobe les théories et approches modernes, touchant de près ou de loin aux relations inter-organisations, que nous avons rencontrées dans la littérature :

2.1.1. Economie des Coûts de Transaction (ECT)

L'ECT est sans doute la théorie qu'aujourd'hui on pourrait qualifier de paradigme dominant dans la pensée néo-institutionnelle, de part la grande attention qu'elle a suscitée dans la littérature et particulièrement dans le domaine de la coopération inter-firme. Elle trouve son essence dans les travaux de Coase (Coase 1937). Cependant c'est Williamson (Williamson 1975, Williamson 1985, Williamson 1991) qui est considéré comme étant le principal contributeur. L'ECT vient répondre à la question suivante : "*Si les marchés sont si performants, pourquoi, plutôt que d'utiliser le système des prix, l'activité économique s'organise-t-elle généralement autour de structures hiérarchiques formelles qui recourent explicitement à la planification et aux directives ?*" (Milgrom et *al.* 1997). En d'autres termes comment peut-on déterminer quelles sont les transactions qui obéissent aux mécanismes de marché et celles qui s'effectuent de manière centralisée ? Selon les instigateurs de l'ECT, effectuer des transactions entraîne des coûts appelés "Coûts de transaction". La variation de ces coûts de transaction est fonction de deux paramètres : la nature de la transaction et la façon dont elle est organisée. Le but est de minimiser les coûts de transaction par le choix du mode d'organisation le plus économique. Ainsi la transaction est organisée par le marché lorsque cela accroît l'efficacité et par la firme lorsque cela minimise les coûts de mise en

œuvre. La littérature concernant cette théorie est très riche. Pour plus d'approfondissements et d'analyses on peut citer en plus des travaux de Williamson quelques uns des plus connus : (Thorelli 1986, Brousseau 1989, Gabrié et *al.* 1994, Noorderhaven 1994, Baudry 1995, Coriat et *al.* 1995, Gomez 1996, Cœurderoy et *al.* 1997, Joffre 1999, Barringer 2000, Ghertman 2000).

En considérant les possibilités et les limites de la théorie de l'ECT en coopération inter-organisationnelle, il apparaît qu'elle peut être utilisée de deux manières. Premièrement à titre explicatif pour analyser l'évolution des formes organisationnelles. Deuxièmement à titre prédictif pour détecter des opportunités d'entrepreneuriat (Hernandez et *al.* 2002). Elle a notamment beaucoup été utilisée pour expliquer et justifier l'évolution des formes organisationnelles (identifier et se recentrer sur le cœur de métier et sous-traiter les activités secondaires). La théorie de l'ECT a contribué à l'analyse et l'explication de nombreux phénomènes organisationnels : la sous-traitance, les alliances, l'entreprise transactionnelle, etc. Cependant cette utilisation est restreinte et limitée. Plusieurs auteurs ont critiqué l'ECT et sa capacité à expliquer la formation des relations inter-organisationnelles et à détecter les opportunités. L'ECT s'est restreinte à analyser la coopération à travers les motivations de minimisation des coûts, alors que la coopération peut être motivée par d'autres raisons comme l'apprentissage, la légitimité, etc. (Barringer 200). Etant basée sur une comparaison des coûts internes aux prestations externes pour détecter des opportunités, son application sur le plan pratique est très délicate, car il est très difficile, de faire une telle comparaison. Quant à la détermination des coûts de coordination et de transaction elle est encore plus délicate (Férry 1999). Dans la même lancée (Milgrom et *al.* 1997) distinguent deux problèmes principaux qui limitent l'utilisation de la théorie de l'ECT. La première est que dans le cas où les coûts de transaction existent, il n'est pas toujours facile de les distinguer des autres types de coûts. La deuxième est qu'en raison du grand nombre de solutions efficaces pour allouer des ressources, l'efficacité seule risque d'être un critère trop faible pour donner des prévisions précises ou des explications claires. Il est donc clair que l'intérêt pratique de cette théorie pour les gestionnaires est très limité. Elle représente plus un instrument d'explication *ex post*. "*Elle éprouve des difficultés à s'imposer comme une théorie prévisionnelle de l'évaluation des structures économiques ou comme un instrument de décision utilisable par les entrepreneurs*" (Brousseau 1989).

2.1.2. Théorie de la Contingence Structurelle (TCS)

Cette théorie est issue du courant de recherche de la contingence structurelle qui s'est développé à partir des années 1960. Elle s'intéresse à l'analyse du lien entre l'environnement, les structures et les fonctionnements des entreprises. La firme est considérée comme une entité autonome ayant des buts explicites, une structure formalisée, et un corps de règles pour modeler ses comportements en vue de la réalisation de ses buts. Les travaux de (Burns et *al.* 1961) pionniers dans ce domaine, se sont focalisés sur l'identification et la classification des structures d'organisation, puis sur leur lien avec l'environnement. Cette approche vient répondre à deux questions principales : quelles variables affectent les caractéristiques des organisations et dans quelle mesure ? Quel est le lien entre ces caractéristiques et la performance atteinte ? Dans cette optique les travaux de (Woodward 1965, Woodward 1970) se sont concentrés sur la variable technologique en considérant les systèmes de contrôle de la production comme déterminants directs des structures et du comportement des organisations. Quant à (Perrow 1970) il donna une conceptualisation plus sociologique de la technologie. Des auteurs comme (Blau 1970) ont introduit un facteur supplémentaire qui est la taille organisationnelle. Dans une étude plus complète, (Pugh et *al.* 1968) analysent l'influence du contexte sur les structures organisationnelles par une approche multidimensionnelle,

relativisant et complétant les travaux antérieurs. C'est (Lawrence et *al.* 1967) qui utilisa la coopération comme une réponse éventuelle à la performance de l'entreprise qui est liée à la relation entre trois dimensions : les variables externes (incertitudes, diversités, nature des contraintes de l'environnement), les états internes de différenciation de structures et d'intégration, les procédures de résolution des conflits. Plus récemment nous pouvons citer les travaux de (Galbraith 1979) qui a cherché à fournir des outils d'aide pour l'administration des systèmes de coordination internes. Ces différents travaux ont malheureusement une conception unilatérale des influences de l'environnement sur l'organisation. Cette dernière s'adapte de manière rétroactive à l'environnement, négligeant ainsi l'aspect proactif. La TCS a été critiquée de part son aspect statique, car la variabilité des processus dans le temps n'est pas prise en compte, mais aussi du point de vue des coopérations qui ne "*relèvent pas de contextes homogènes, il y a variété et interférence de facteurs humains complexifiant les possibilités de présomption de mise en oeuvre*" (Heitz 1998). C'est finalement une approche essentiellement technico-économique, qui a apporté un plus à l'étude des structures organisationnelles par l'intégration de variables explicatives. Nous verrons plus loin dans ce travail que cette théorie nous sera utile. Nous intégrerons des variables explicatives, que nous appellerons "Paramètres Contingents", dont quelques-uns sont issus de la TCS.

2.1.3. Théorie de l'Organisation Industrielle (TOI)

Les travaux de G. B. Richardson ont permis de dégager les bases d'une théorie de l'organisation de l'industrie fondée sur la coordination des activités. Dans ses premières publications (Richardson 1960, Richardson 1959), il introduit la notion d'incertitude dans l'économie de production et d'échange liée à la simultanéité des investissements rendant leurs choix difficiles pour le manager. Pour réaliser le bon choix d'investissement l'entreprise doit détenir ce qu'il appelle "information primaire" et "information secondaire". *"The agent must therefore have adequate primary information about his own preferences and the more or less technical relationships to which his plans run counter, as well as adequate secondary information about what other people, whose actions concern him, may or may not do"* G.B. (Richardson 1959, p.225). *"We argue that no activities will be undertaken or maintained unless they are compatible, first, with the particular constraints imposed by the assumed environment, and secondly, with the objectives of the agents"* (Richardson 1959, p.223). Ainsi la coordination permet d'accroître le montant disponible de l'information de marché et la capacité d'établir des prévisions rendant l'investissement plus viable. Ces concepts étaient les prémisses de la mise en place de la TOI qui a réellement pris forme dans la contribution (Richardson 1972). Il invite à concevoir l'existence de mécanismes alternatifs de coordination des activités, non en termes de coûts de transaction Williamson (1971, 1985), mais en termes d'activités et de capacités. La décision d'une structure de gouvernance ne repose donc pas seulement sur les coûts mais également sur les bénéfices productifs qui dérivent des qualifications et de la connaissance (Madhok, 2002). La référence aux notions d'activité et de capacité conduit dès lors à inscrire une telle approche dans le prolongement de la logique de la théorie "*Ressource-Based View*", initié par (Penrose 1959), selon lequel les ressources et les capacités de la firme sont au fondement de la stratégie de long terme de l'entreprise. Richardson se distingue néanmoins de ce courant en ce sens que celui-ci n'aborde pas les raisons de l'avantage compétitif d'une firme, question théorique centrale des auteurs de la RBV, mais cherche plutôt à construire une théorie de l'organisation de l'industrie. Il n'insiste pas suffisamment sur le fait que la coopération est un processus de coordination des activités industrielles qui n'existe que parce que la firme est confrontée à des problèmes d'incertitude radicale (Quéré et *al.* 1996). Elle ne peut, par conséquent, s'inscrire dans un calcul économique fondé sur des bases marchandes. (Gardes Erize 2002) remarque également que le cadre d'analyse de G. B. Richardson le conduit à réduire le rôle des transactions de marché.

La TOI est à la base de notre travail, et elle sera développée de façon plus approfondie dans le chapitre II.

2.1.4. Approche basée sur les compétences (Resource-based View, RBV)

C'est (Penrose 1959) qui est à l'origine de la conception de la firme comme "cœur ou noyau de compétences". Ces travaux sont à la base de la théorie RBV, mais aussi des travaux de Richardson et de la théorie évolutionniste. Il s'agit ici de comprendre comment la firme crée des ressources productives et les fait évoluer dans le temps. Ainsi, le processus de croissance de la firme consiste à créer, à partir de son cœur de ressources, des compétences nouvelles qui ne sont pas uniquement techniques mais aussi organisationnelles. Beaucoup de travaux vont enrichir cette approche en mettant l'accent sur la coordination de la connaissance. A partir de cette constatation un certain nombre de travaux, depuis les années 80, viennent développer et approfondir cette approche. (Wernerfelt 1984, Teece et *al.* 1990) vont s'intéresser à la façon dont la firme développe des compétences organisationnelles. "*A firm's competence is a set of differentiated technological skills, complementary assets, and organizational routines and capacities that provide the basis for a firm's competitive capacities in one or more business*" (Dosi et *al.* 1994). L'approche RBV développe ainsi une conception particulière de la coordination, comme étant centrée sur la production, la connaissance et les compétences (Peillon 2001). Cependant cette approche de la coordination technique se heurte à plusieurs obstacles : la difficulté de traitement de l'information (Brousseau 1993), l'incertitude environnementale qui renforce les problèmes d'information, le caractère tacite et organisationnel de la connaissance et des compétences (Loasby 1996), la non prise en compte de l'apprentissage (Dosi et *al.* 1994). Dans cette optique, le rôle du pilotage de la coopération est d'assurer la coordination technique des partenaires, c'est-à-dire de permettre une prise de décision efficiente et de favoriser les processus d'apprentissage. Les travaux de (Peillon 2001) ont traité en détail l'implication de l'approche RBV dans le pilotage de la coopération. Ces travaux sont repris dans le chapitre II car ils représentent une base au développement de notre analyse.

2.1.5. Théorie de l'Interdépendance des Ressources (TIR)

La TIR initiée par les travaux de Pfeffer et Salancik (Pfeffer et *al.* 1978) est complémentaire à l'approche par la théorie des réseaux. Elle est cependant différente de l'approche RBV, qui a une vision plus interne, alors que la TIR se concentre exclusivement sur les ressources qui doivent être obtenues par des ressources externes à l'organisation. Ainsi, dans cette théorie le principe de base est que les firmes ne sont pas autonomes, mais plutôt contraintes par un réseau de liens avec d'autres firmes pour l'obtention des ressources nécessaires à leur survie. Contrairement à la TCS, l'aspect proactif des entreprises est pris en compte par la TIR, ainsi que l'incertitude environnementale. Les organisations possèdent une importante capacité d'adaptation de même qu'une possibilité d'influer sur leur environnement par le biais de formules de partenariat. Dans ce contexte, nous verrons plus loin dans notre étude la prise en compte de ce que nous appellerons une coopération proactive, basée sur la complémentarité des partenaires.

Un certain nombre de travaux sont venus approfondir cette approche. Ainsi, (Friedberg 1993), qui note que le déplacement sélectif des frontières de l'entreprise revient à constituer un "environnement négocié". (Sydow 1992) intègre la notion de "boundary-spanning", i.e. le rôle d'interface avec l'environnement qui incombe à certains acteurs pour élargir les frontières de l'entreprise.

A première vue cette approche est satisfaisante dans le contexte de la coopération. Cependant elle présente des limites et des incomplétudes. Par exemple, elle n'explique pas pourquoi les organisations peuvent poursuivre d'autres stratégies que la coopération pour combler le manque de ressources. Des stratégies telles que la fusion/acquisition, le recrutement de personnel clé chez les concurrents, mais aussi l'augmentation du capital pour obtenir des ressources sur le marché sont souvent utilisées à la place de la constitution de partenariats (Child et *al.* 1998). La TIR affirme qu'étant donné qu'aucune organisation ne peut s'auto-suffire, les firmes doivent donc interagir avec leur environnement. Cependant comment doivent elles décider ? Même si des variables telles que les coûts de transaction, les opportunités d'apprentissage, et la légitimité organisationnelle sont considérées, la décision est laissée aux autres approches. Finalement, l'approche TIR n'explique pas comment les compétences organisationnelles sont développées. Elle se concentre sur le besoin en ressources critiques et la nécessité d'un échange social, en mettant de côté les aspects plus complexes tel que la façon par laquelle les compétences sont développées, ou comment le transfert de compétences est réellement mis en place entre les entreprises (Barringer 2001).

2.1.6. Théorie des parties prenantes (Stakeholder theory, SHT)

La SHT considère les organisations au centre d'un réseau de *stakeholders* (parties prenantes). La littérature anglo-saxonne distingue souvent entre les *shareholders* (actionnaires) et les autres *stakeholders*. (Freeman 1984) définit les *stakeholders* de la façon suivante : "tout groupe ou individu qui peut affecter ou être affecté par la réalisation des objectifs de l'entreprise", incluant les investisseurs, les fournisseurs, les employés, les clients, les concurrents, les communautés locales dans lesquelles elle opère, etc. (Mercier 1999) les considère comme étant "*l'ensemble des agents pour lesquels le développement et la bonne santé de l'entreprise constituent des enjeux importants*". (Carroll 1995) fait la distinction entre les *stakeholders* primaires qui ont une relation formelle, officielle ou contractuelle avec l'organisation et les autres *stakeholders* secondaires.

La SHT se concentre essentiellement sur la nature des relations organisation-*stakeholders* en termes de processus et de résultats, ainsi que sur la prise de décision managériale. Elle est générale et compréhensive et va plus loin que la simple observation que l'organisation a des *stakeholders*. En effet, "*l'organisation est considérée comme une entité dans laquelle il existe des participants ayant des objectifs multiples et chaque action de l'entreprise produit des effets sur une ou plusieurs parties prenantes*" (Damak Ayadi 2003). Mais la confusion faite parfois entre la nature de cette théorie et son objectif pose de véritables problèmes pour son évolution. Beaucoup de travaux sur la SHT s'accordent sur l'aspect considérant les organisations comme des véhicules de la coordination des intérêts des *stakeholders* (Freeman 1994, Ogden et *al.* 1999). Cette perspective est basée sur le fait que les organisations sont par nature des systèmes coopératifs, ce qui les pousse à former des coalitions avec les *stakeholders* pour réaliser des objectifs communs (Axelrod et *al.* 1995). D'après (Barringer 2000) ces coalitions prennent souvent la forme de constellations, réseaux, etc. et ces coopérations peuvent être des mécanismes efficaces pour réaliser et répondre aux intérêts des *stakeholders* et peuvent aider les firmes à réduire les incertitudes environnementales (Dickson et *al.* 1997, Kraatz 1998).

Cependant cette approche souffre d'un manque d'études empirique. De plus, elle présente un certain nombre de limitations pratiques. Par exemple, comment la SHT peut être implémentée dans les grandes entreprises qui ont des milliers de *stakeholders* ? Finalement son application dans le cadre des relations inter-organisationnelles présente plus une vision descriptive que prospective. Souvent les modèles de *stakeholders* mènent aux conclusions que les alliances

peuvent faciliter l'objectif de congruence entre les groupes de *stakeholders*, sans donner de détails ou d'approfondissements sur la forme que devrait prendre les alliances.

2.1.7. Economie des Droits de Propriété (EDP)

L'hypothèse clé de l'approche par l'EDP consiste à supposer qu'une "*distribution appropriée des droits de propriété sur les actifs assurera l'efficacité de leur utilisation*" (Lorentz 1996). Le principe est donc de considérer que tout échange entre acteurs ou toute relation quelque soit sa nature, peut être vu comme un échange de droits de propriété sur les objets. (Alchian 1987) définit le droit de propriété comme étant "*Un droit socialement validé à choisir les usages d'un bien économique*". Pour (Barzel 1989) les droits de propriété "*consistent au droit ou au pouvoir de les consommer, d'en obtenir un revenu et de les aliéner*". Finalement, la théorie de l'EDP ramène toute relation entre les hommes à une relation entre des choses, avec le but d'inciter les individus à créer, conserver et valoriser les actifs. Dans cette optique (Demetz 1967) note qu'une des fonctions principales de l'EDP est de permettre l'internationalisation des externalités en établissant un droit échangeable. Ainsi, toute forme de coopération et de fonctionnement en réseau consiste en une combinaison spécifique de droit de propriété, d'usage, etc. Cela reviendrait à dire que toute forme de coordination qu'elle soit interne ou externe, peut être considérée comme une forme de contractualisation contribuant à l'atteinte d'un objectif donné (Heitz 1998).

Le contrat devient donc un instrument important et son rôle est alors d'organiser les droits de propriété de telle façon que l'allocation des ressources qui en résulte soit optimale. Il permet de régler les éventuels problèmes de la mesure des contributions individuelles dans le cadre d'une production en équipe et décourage les comportements de *tire-au-flanc* et *hold-up* (Peillon 2001). La solution par l'EDP peut être appliquée à la coopération inter-firmes, mais elle implique de renoncer à coopérer. De plus, cette solution est souvent impossible, et elle supprime les gains dus à la spécialisation. Elle est souvent utilisée pour justifier l'intégration verticale, en canalisant les transactions vers une même firme pour réduire les risques d'aléa moral, cependant elle ne prend pas en compte le fait que l'intégration et l'internalisation ne règlent pas tous les problèmes. En fin de compte cette approche n'est pas efficace dans le cadre de notre étude car elle consiste tous simplement à supprimer la coopération et à négliger complètement la confiance qui représente pourtant un réel frein à toute sorte d'opportunisme.

2.1.8. Théorie de l'Agence (TA)

Cette théorie est essentiellement concentrée sur l'analyse des relations d'agence. Une relation d'agence est définie par (Jensen et *al.* 1976) comme étant "*un contrat par lequel une ou plusieurs personnes (le principale) engagent une autre personne (l'agent) pour exécuter en son nom une tâche quelconque qui implique une délégation d'un certain pouvoir de décision à l'agent*". Dans cette approche, les organisations sont considérées comme des nœuds de contrats formels ou pas, entre les détenteurs de facteurs de production et les clients. Chacune de ces relations consiste en une relation d'agence pour laquelle il faut définir une configuration optimale, c'est-à-dire les règles contractuelles minimisant les coûts d'agence. Pour (De Montmorillon 1989) "*lorsque les coûts d'agence, c'est-à-dire les coûts de délégation de tâches et les coûts de contrôle de leur réalisation sont inférieurs aux coûts de production et de commercialisation internes, alors l'accord de coopération s'impose*".

La TA repose sur deux hypothèses comportementales. La première suppose que les individus cherchent à maximiser leur utilité, la deuxième postule que les individus sont susceptibles de tirer profit de l'incomplétude des contrats (Charreaux et *al.* 1987).

La vision des relations d'agence laisse donc entrevoir les problèmes de risque moral, de sélection adverse et d'opportunisme. La mise en place de techniques de contrôle et systèmes d'incitation pour assurer le bon déroulement des contrats va engendrer des coûts d'agence. Ceux-ci peuvent être compris comme des coûts d'organisation et représentent le symétrique des coûts de transaction. Tous comme dans l'approche par l'économie des droits de propriété (EDP), dans la théorie de l'agence il n'y a pas opposition fondamentale entre firme et marché. Au contraire il n'existe que des rapports contractuels et les modes de coordination interne à la firme, comme les modes de coordination externe à la firme sont de nature similaire.

Dans une logique complémentaire à cette approche, plus axée sur l'évaluation des facteurs de raisonnement des acteurs individuels, la théorie des jeux pose également une vision intéressante de la coopération inter-firmes.

2.1.9. Théorie des Jeux (TJ)

La TJ constitue une approche mathématique de problèmes de stratégie tels qu'on en trouve en recherche opérationnelle et en économie. Elle étudie les situations où les choix de deux protagonistes - ou davantage - ont des conséquences pour l'un comme pour l'autre. Cette approche est inspirée de la théorie des oligopoles, qui met en avant que le résultat du comportement stratégique d'une firme dépend nécessairement du comportement de ses rivales. La TJ a pris son essor après les travaux de O. Morgenstern et J. V. Neumann (Morgenstern et *al.* 1953). La théorie des jeux différencie deux situations de base : les jeux coopératifs et les jeux non-coopératifs ainsi qu'une troisième catégorie développée par (Gugler 1991), les jeux quasi-coopératifs. "*La théorie des jeux se fonde sur des constructions à partir d'une rationalité de base de l'acteur, dite égoïste, qui, sous influence d'un certain nombre de facteurs, peut être amené à coopérer ou pas*" (Heitz 1998). Différents paramètres sont pris en compte aux travers des modèles élaborés par divers auteurs : l'incertitude, l'importance accordé au futur, la négociation, l'anticipation sur le devenir ou les conséquences d'une coopération … Ces modèles laissent présumer qu'au terme d'un calcul plus ou moins fin des acteurs individuels, une décision de coopération peut être prise avec la perspective essentielle d'un gain ou d'une utilité supérieur, escompté par le biais de la coopération, à celui qu'engendrerait une situation de cavalier seul.

Les coopérations sont liées à des bilans avantages/inconvénients et sont, dès lors, sujettes à fluctuation. De plus, l'analyse de la manière de prendre les décisions par les acteurs (interdépendance des décisions) fait volontairement l'impasse sur une autorité centrale qui donne les impulsions d'action.

2.1.10. Economie des conventions (EC)

Les bases de cette approche ont été jetées par L. Boltanski et L. Thevenot (Boltanski et *al.* 1991). L'hypothèse centrale de l'EC consiste à avancer que l'accord entre individus, même lorsqu'il se limite au contrat d'un échange marchand, n'est pas possible sans un cadre commun, sans une convention constitutive. Elle étudie les règles, normes ou conventions qui s'établissent entre acteurs sociaux. Ces conventions son considérées ni comme l'effet d'une société globale qui s'imposerait aux individus, ni comme de simple contrats explicites et clairement établis entre agents rationnels. Ainsi l'EC se démarque des approches contractualistes. A la différence d'un contrat, où chaque détail serait explicité, lorsqu'il y a convention, les comportements attendus n'ont pas besoin d'être connus à l'avance, écrits puis ordonnés pour être obtenus (on est dans le domaine du compromis). La convention ainsi définie permet d'écarter, provisoirement, les risques de défiance. Dans ce sens, la convention apporte une promesse de solution au problème de coordination des décisions entre agents.

L'EC se donne comme objectif de comprendre les phénomènes de coordination. Elle se présente comme une théorie critique, au sens où elle veut montrer que la coordination marchande est incapable de rendre compte du fonctionnement de l'économie à elle seule (Raveaud 2005). En effet, d'après (Dupuy et *al.* 1989) "*l'accord entre les individus, même lorsqu'il se limite au contrat d'un échange marchand n'est pas possible sans un cadre commun, sans une convention constitutive*".

Plusieurs courants existent au sein de la théorie de l'EC. Celui qui nous intéresse se dégage à partir des travaux de (Eymard-Duvernay 1989) sur l'organisation des échanges intra- et inter-firmes. Au lieu d'un "*nœud de contrats*", l'entreprise est considérée comme "*une convention d'effort*" et le marché, au lieu d'un "*espace de contractualisation*" comme une "*convention de qualification*" dans laquelle les rôles spécifiques du fournisseur et du client sont conventionnellement construits et interprétables. Les coopérations sont ainsi appréhendables sous l'angle de leur construction socio-économique. Les choix entrepris dépendent des autres, le principe sera donc de mieux comprendre ce qui pourrait survenir après le démarrage du processus. Les divers développements de cette approche prennent en compte même implicitement la temporalité des phénomènes d'apprentissage et d'imbrication des subjectivités, comme facteurs possibles de stabilisation des coopérations. Dans cette optique, (Detchersahar 1997) propose une vision qui nous intéresse, dans laquelle il note que la similarité des subjectivités des partenaires serait alors un déterminant exact de la stabilité d'une relation de coopération. Ainsi, les chances que possède un accord d'être durable dépend très largement, avant même l'entrée en relation, de leur proximité socioprofessionnelle.

L'EC a reçu de vives critiques dans la littérature. Plusieurs auteurs lui reprochent son attachement revendiqué à l'individualisme méthodologique qui s'accorde mal à l'étude des économies d'organisations et de la coopération inter-firmes. (Hernandez et *al.* 2002) dénote que l'EC "*sous-estime l'entreprenariat et réduit l'activité du gouvernement de l'entreprise à l'organisation et au contrôle, au moment où les entreprises privilégient la créativité, la différenciation, la recherche de l'avantage compétitive discriminant*".

2.1.11. Théorie Institutionnelle (TI)

La TI (DiMaggio et *al.* 1983) suggère que les environnements institutionnels imposent des pressions sur les organisations pour paraître légitimes et se conformer aux normes sociales régnantes. Les pressions institutionnelles motivent vraisemblablement les firmes pour exercer les activités qui augmenteront leur légitimité et les feront sembler être en accord avec les règles, les conditions, et les normes régnantes de leurs environnements d'affaires (Olvier 1990, Scott et *al.* 1983). Une des façons par laquelle les entreprises peuvent faire cela est d'entreprendre des relations inter-organisationnelles. Par exemple, une PME peut accroître sa réputation et son image à travers des coopérations avec des grandes compagnies et des multinationales reconnues. En pratique, le profit d'une telle stratégie peut être très significatif. La légitimité (qui peut être obtenue en partie par des coopérations inter-organisationnelles) peut ouvrir le chemin vers d'autres coopérations qui aideront la firme à accéder à des ressources et compétences critiques (Barringer 2000).

Dans le contexte de la coopération inter-entreprises, la TI peut aider à décrire pourquoi les firmes se comportent de la sorte. Dans cette optique les travaux de (DiMaggio et *al.* 1983) sur l'isomorphisme mimétique dénotent que les managers imitent consciemment ou inconsciemment les stratégies des organisations qui ont réussi. En conséquence, un grand nombre de firmes peuvent s'engager dans des coopérations pour la simple raison que d'autres firmes qui ont réussi dans le même domaine on en fait autant. Cette approche nous sera utile dans la mesure où elle aidera à expliquer des coopérations qui vont au-delà des seules

motivations économiques. Elle se manifestera au travers de certains paramètres contingents liés à la réputation, la confiance, etc.

L'application de la TI à la coopération inter-firmes reste très restreinte, car elle est très orientée sur le comportement. Par exemple, il est difficile à travers la TI d'expliquer pourquoi des formes organisationnelles particulières existent, spécialement quand elles changent de forme. En plus, si conformément à l'approche TI chaque entreprise imite les autres, il n'y aura que peu de possibilité de créer, par la coopération, des sources d'avantage concurrentiel durable (Osborn et *al.* 1997), l'imitation excluant une telle possibilité (Barney 1991).

2.1.12. Théorie Evolutionniste (TE)

Les travaux de Nelson et Winter (Nelson et *al.* 1982) sont considérés comme les fondateurs de la TE. La référence au modèle biologique tient une place clé dans cette approche. En effet, dans le principe de l'évolution biologique (Alchian 1950) les firmes sont guidées par la recherche de "règles de conduite" permettant leur survie, c'est-à-dire un niveau de profit suffisant et non pas maximum. Dans la TE, les dynamiques des firmes sont mues de façon interne par l'émergence persistante d'innovations dans les produits, les processus et les formes d'organisation. Ainsi (Dosi 1991) affirme que "*l'évolutionnisme n'implique pas une notion de nécessaire gradualisme : l'évolutionnisme est aussi cohérent avec l'idée de changement abrupts, d'instabilités, de révolutions (de même qu'en biologie, l'évolutionnisme autorise les discontinuités,…)*". Le principe de coordination est sous-jacent dans la TE, dans la mesure où ce sont les routines acquises par les agents au cours de leurs interactions qui permettent la cohérence des décisions. Ainsi selon (Nelson et *al.*1982) "*ce qui est central pour la performance organisationnelle dans la production est la coordination ; ce qui est central dans la coordination est que les individus connaissent leur travail, interprètent et répondent correctement aux messages qu'ils reçoivent*". L'entreprise est donc appelée à s'adapter aux changements environnementaux et pour cela elle doit disposer des routines nécessaires. Pour la plupart des auteurs, la cohérence de l'entreprise obtenue par la prise en compte de son organisation est un élément essentiel. La cohérence de l'entreprise dans la TE représente le degré de proximité entre les activités d'une entreprise donnée. Cette notion permet de distinguer une firme d'une autre au travers de plusieurs critères.

L'avantage de la TE dans l'analyse des formes d'organisation en réseaux est qu'elle s'attache aux déterminants concrets de la mise en œuvre des processus de coopération notamment sous l'angle de l'apprentissage, intégrant la dimension cognitive, celle des flux d'information, de la valeur ajoutée et des actifs liés à la coopération éventuelle. Au travers de l'explication des différents mécanismes de coordination et leur évolution, la TE se rapproche d'une prise en compte processuelle de la problématique de la coopération et de sa dynamique (Heitz 1998). On distingue des coopérations axées sur des logiques de complémentarité, celles créatrices d'actifs spécifiques à la relation, celles avec différents niveaux d'engagements, et celles limitant les risques inhérents à une éventuelle intégration, etc. Finalement la TE a une forte part d'implication dans notre analyse notamment dans la partie dynamique sur l'évolution de la coopération et le changement des modes de coordination.

La TE souffre néanmoins d'une faiblesse de par sa focalisation essentielle sur les procédures et dispositifs cognitifs de la firme, alors que d'autres aspects ont autant d'importance tels que la dimension sociale, historique …

2.1.13. Théorie des Réseaux Industriels (TRI)

L'approche par les réseaux industriels, développée par l'école suédoise (Hakansson 1982), est fortement liée à l'approche par les réseaux sociaux utilisée en sociologie (Granovetter 1985, Bradach et *al.* 1989), bien qu'il existe des différences entre les deux approches. La différence la plus marquée, est que dans la TRI il n y a pas que les acteurs et leurs relations d'échange qui sont importants : elle prend aussi en compte, les activités, les ressources et les différentes inter-dépendances entre ces deux aspects (Johanson et *al.* 1987, Hakansson et *al.* 1993). En revanche, dans l'approche par les réseaux sociologiques, les acteurs et leurs relations d'échange sont vraiment importants, alors que les dépendances sont considérées en grande partie comme étant des caractères symboliques. L'approche par le réseau considère l'organisation comme un nœud dans un réseau d'organisations. Les réseaux sont considérés comme étant des structures de gouvernement au même niveau que par exemple, la hiérarchie et le marché dans le sens de l'ECT (Williamson 1975). Les réseaux sont aussi vus comme des institutions à caractère social dominant. (Thorelli 1986) résume tout cela en affirmant que : "*the entire economy may be viewed as a network of organizations with a vast hierarchy of sub-ordinate, criss-crossing networks…According to latter interpretation, stakeholder theory may be seen as a special case of network theory, and even Industrial organization theory.., in a sense may be viewed as a case of attenuated network theory*".

Un autre volet important de cette approche est qu'elle ne considère pas l'opportunisme comme une caractéristique basique des acteurs, c'est plutôt la confiance qui joue ce rôle comme c'est le cas dans l'approche par les réseaux sociaux (Coleman 1990). C'est-à-dire que lors d'une relation à long-terme, les acteurs s'exposent au risque dans les premiers instants. Ensuite ils doivent prouver leur crédibilité mutuelle afin de pouvoir exploiter pleinement la relation.

D'après (Trienekens et *al.* 2001) dans la TRI les formes de coopération ne sont pas basées que sur des motivations économiques ; le pouvoir et la confiance sont aussi des concepts clés. (Thorelli 1986) quant à lui affirme que le pouvoir est le concept central de l'analyse par les réseaux. Il a reconnu cinq sources de pouvoir : la base économique (liquidité, accès aux fournisseurs, etc.) ; la technologie ; la compétence (capacités du personnel et des équipements) ; la confiance (réputation, performance passée, etc.) ; la légitimité (les relations propres à l'entreprises, contrats, etc.). Cette théorie va rejoindre notre analyse dans laquelle nous considérerons à un moment une entreprise comme un nœud au sein d'un réseau de relations d'interconnections.

La critique essentielle dont fait l'objet cette approche est la contradiction qu'elle présente en affirmant que les acteurs son fondamentalement non-opportunistes d'un coté, et que les relations de confiance sont des aspects clés, d'un autre coté. Ce sont deux propositions contradictoires.

2.1.14. Théorie de l'Apprentissage (TAp)

Cette approche se base sur l'affirmation que les entreprises construisent des relations pour profiter des opportunités d'apprentissage organisationnel (Hamel 1991, Kogut 1988, Mowery et *al.* 1996). Les firmes font passer en priorité l'acquisition de compétences techniques et autres types de connaissance afin d'accroître leur compétitivité. Les relations inter-entreprises sont un moyen efficace pour le transfert de connaissance, car il est souvent difficile pour une entreprise d'acheter une compétence, qu'elle veut acquérir, sur le marché. La connaissance est tacite et donc il est difficile de lui donner un prix. Beaucoup de travaux ont analysé la nature contextuelle de l'apprentissage à travers les relations inter-

organisationnelles. Ainsi, (Powell et *al.* 1996) notent que dans les industries complexes et en expansion, où les sources de compétences sont dispersées, l'innovation et le développement de nouveaux produits se fait principalement au sein de réseaux d'apprentissage. Les travaux consacrés à l'apprentissage montrent que le nombre de coopérations auxquelles la firme participe (degré de connectivité) ainsi que sa position par rapport au centre du réseau (degré de centralité) ont une influence considérable sur le degré d'apprentissage résultant. D'après (March 1991, March 1995), l'apprentissage organisationnel se manifeste dans les relations inter-entreprises dans deux types d'activités : l'exploration, et l'exploitation. L'exploration est associée à la découverte de nouvelles opportunités pour créer de la richesse. L'exploitation est associée à l'augmentation de la productivité du capital et des biens de la firme à travers l'amélioration des compétences existantes et la réduction des coûts.

La faiblesse de cette approche est sa focalisation sur le développement et le transfert de compétences, sans se préoccuper des coûts entraînés. Ainsi, si une firme veut accroître sa capacité d'absorption à travers divers types de formations et de pratique des alliances, ces initiatives ont un coût financier énorme. La rationalité économique suggérerait d'analyser d'abord les coûts par rapport aux bénéfices avant de s'engager dans une telle stratégie. De plus, les entreprises qui s'engagent dans un réseau d'apprentissage risquent de perdre intentionnellement des informations cruciales. En effet, souvent l'échange d'information dans ce type de réseau se fait entre ingénieurs ou techniciens et non entre les personnes qui ont mis en place l'alliance (Hamel et *al.* 1989).

2.1.15. Approche par les Processus de Coordination (APC)

Plusieurs travaux ont considéré les coopérations sous l'angle plus spécifique des mécanismes de coordination : comment les activités de systèmes complexes peuvent-elles se coordonner ? (Johansen 1988, Rumelhart et *al.* 1986, Winograd et *al.* 1986, Crowston 1994). Pour (Malone et *al.* 1994) la coordination est la gestion des dépendances entre activités. S'il n'y a pas d'interdépendance il n'y a rien à coordonner. Cette approche est fortement imprégnée par la notion d'interdépendance des ressources et donc de complémentarité. La notion de pilotage des échanges est aussi mise en avant car elle a un rôle fondamental dans le processus de coordination. L'optimisation de ce pilotage devrait conduire à accroître la création de la valeur ajoutée. Les travaux de (Aoki 1988) sur la firme japonaise et l'analyse des facteurs d'efficacité internes à la firme, ont proposé deux modes de coordination : horizontale et hiérarchique et ont analysé dans quel cas l'un est plus efficace que l'autre. Cette approche est parmi celles qui se rapprochent le plus de notre vision, car on voit apparaître des notions d'interdépendance d'activités, et de coordination entre firmes. Les travaux de Crowston son ceux qui nous intéressent le plus et résument bien ce rapprochement. Pour cela ils seront analysés en détail dans la prochaine section. Nous n'allons donc pas développer plus cette théorie pour le moment.

Ces différentes approches ont de près ou de loin un apport dans notre analyse. Quelques-unes sont considérées comme des bases de notre analyse. D'autres interviennent de manière explicative. Le graphe suivant résume le degré d'implication de chaque approche dans notre analyse. Il positionne ainsi notre approche par rapport à toutes ces théories.

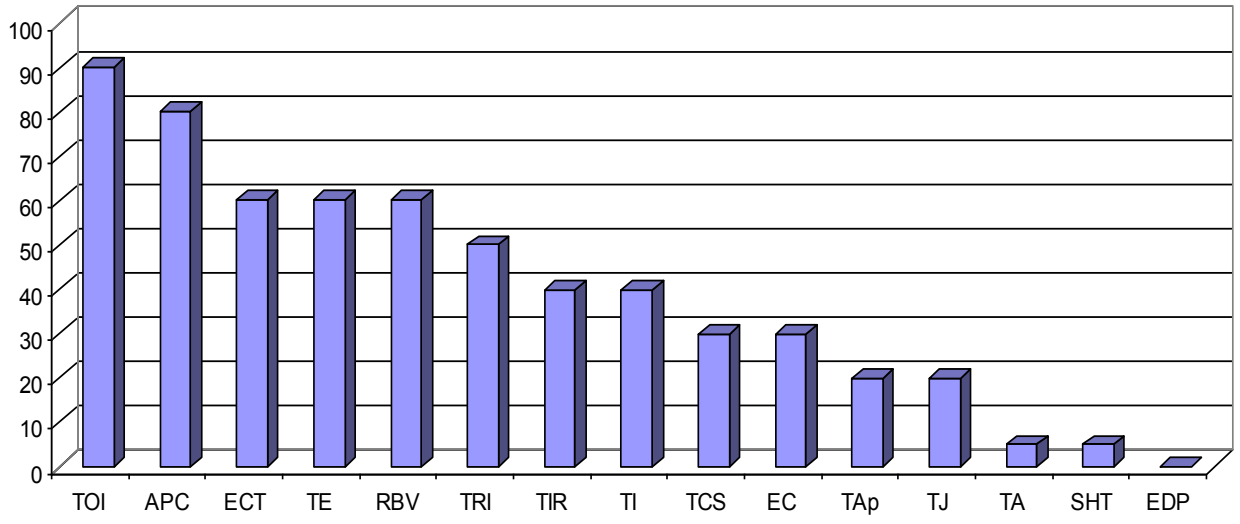


Figure I-3 : Positionnement de notre approche par rapport aux différentes théories

Section 3 : Travaux récents se rapprochant de notre problématique

Dans cette section nous nous intéressons à des travaux que nous avons rencontrés et qui sont proches ou complémentaires de notre approche. En plus de la proximité et de la complémentarité, ces travaux ont été choisis de par leur degré d'implication dans notre travail (ce sont des travaux sur lesquels nous nous sommes souvent appuyés). Néanmoins, trois de ces travaux : les travaux de G. B. Richardson, la thèse de S. Peillon, et le projet de recherche GRECOPME, ne sont pas présenté dans cette section car ils représentent la base de notre travail, qui peut être considéré comme une continuité de l'étude de S. Peillon. Ils seront développés en détail dans le chapitre II.

3.1. Travaux de H. S. Jagdev et K. D. Thoben

A travers leurs diverses publications, (Jagdev et *al.* 1998, Jagdev et *al.* 2001, Thoben et *al.* 2001), ont contribué à une meilleure compréhension des différents types de coopérations. Ils ont analysé les relations inter-entreprises à travers leurs caractéristiques clés. Le premier aspect que nous avons utilisé dans ces travaux, est le fait qu'ils considèrent que les relations bilatérales sont les blocs élémentaires constituant les réseaux. Ainsi, ils considèrent qu'un réseau d'entreprises peut être vu comme des combinaisons plus au moins complexes de différents types de relations bilatérales (figure I-4).

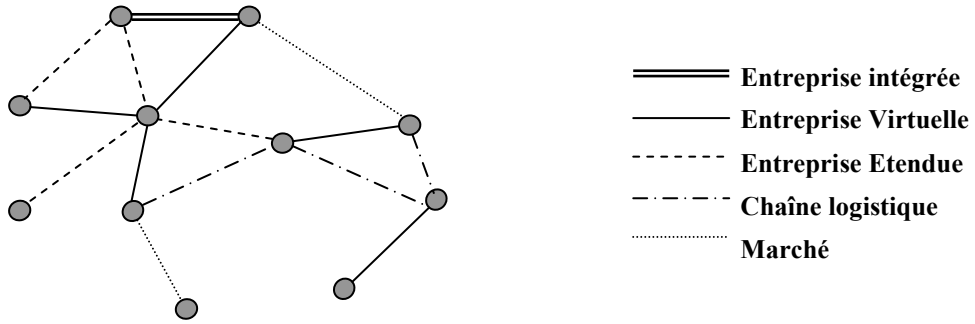


Figure I-4 : Structure d'un réseau d'après (Thoben et al. 2001)

Ils ont analysé les réseaux à travers 8 caractéristiques :

1- *Type du réseau* : elle représente la forme du réseau. Six formes ont été identifiées (c.f. chapitre V, figure V-1) en fonction de l'existence ou non de firmes pivots, et de la direction et la façon par laquelle circulent les flux d'information et de marchandise ;

2- *Complexité du réseau* : elle est caractérisée par le nombre de nœuds, le nombre et types de relations bilatérales entre ces nœuds, le comportement dynamique des relations, ainsi que par le nombre et types de produits et services fournis par le réseau ;

3- *Degré de confiance entre les nœuds* : la confiance est un pré-requis pour le succès d'une relation. La confiance est appelée à se développer au fil de la progression de la relation. Cela débute par une confiance de bonne volonté, ensuite une confiance contractuelle, et enfin le plus haut degré est atteint par une confiance de compétence ;

4- *Distribution des risques et des bénéfices* : une distribution équitable des bénéfices et des risques entre les partenaires est un pré-requis pour le succès d'une coopération. En général quand une firme ne perçoit aucune valeur ajoutée dans une coopération, elle se concentrera sur ses activités individuelles. Ainsi, le bénéfice mutuel en termes de valeur ajoutée partagée devient un facteur stabilisateur du comportement coopératif ;

5- *Comportement dynamique du réseau* : les relations bilatérales aussi bien que le réseau lui-même, changent dans le temps en fonction de la maturité des produits, la stabilité du marché, et les priorités des partenaires, etc. ;

6- *Cycle de vie du réseau* : le temps de vie d'un réseau dépend du succès des produits et service fournis ;

7- *Dispersion géographique du réseau* : le marché est là où le client est. Souvent pour éviter d'avoir à supporter certaines charges, taxes ou péages, les réseaux ont tendance à inviter des acteurs locaux ou régionaux à les rejoindre. L'effet de cette dispersion est plus palpable lorsque les produits ou services doivent être acheminés directement aux clients.

8- *Frontières du réseau* : définir les frontières d'un réseau est souvent subjectif, car cela dépend de la vision que l'on a de ce réseau. Il est donc nécessaire de commencer par définir les critères à partir desquels ces frontières pourraient être analysées.

Ils entrent ensuite dans le détail pour analyser la relation bilatérale en elle-même. Les auteurs affirment que chaque relation entre deux firmes dans le réseau pourrait être unique. Pour étayer leurs dire ils ont proposé un certain nombre de critères pour analyser une relation, qui sont : Le degré d'utilisation des NTIC et de l'information échangée, le degré de confiance, la transparence des stocks et des plans de production, le degré de standardisation du produit fini, la variabilité du produit fini par transaction, la durée formelle et informelle de la relation, l'engagement financier, le nombre de personnes directement engagées dans la relation, etc.

Ils sont ensuite allés plus loin en s'intéressant au comportement du nœud dans le réseau. Ils ont analysé les caractéristiques qui influencent le comportement, le rôle et le pouvoir d'un nœud au sein d'un réseau, six caractéristiques ont été identifiées : la stratégie, les bénéfices prévus, les fonctions affectées, la position dans la chaîne de valeur, son influence dans le réseau, le nombre de relations.

Ensuite ils se sont intéressés au produit lui-même. Quelles sont les caractéristiques du produit pour lequel il serait plus intéressant de construire un réseau que de le fabriquer au sein d'une seule firme ? Ainsi en fonction de quatre critères, le produit est analysé pour

voir s'il est plus intéressant de le fabriquer en réseau ou par une seule firme : Tangibilité, Complexité, Variabilité, Personnalisation.

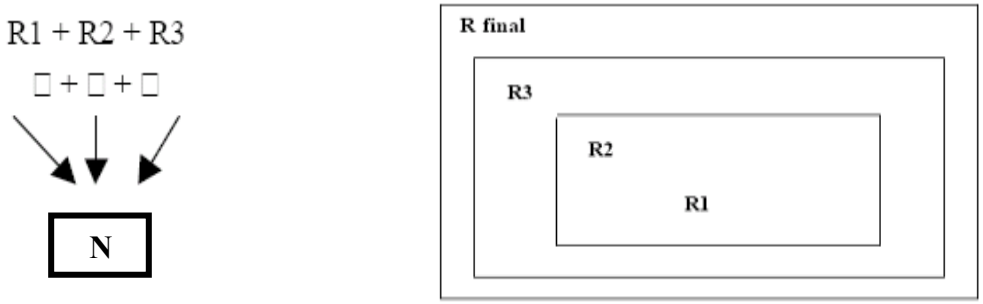
Nous verrons ainsi que tout au long de ce travail, nous ferons référence à ces différents concepts proposés par Jagdev et Thoben.

3.2. Travaux de J. P. Dourad et M. Heitz

Ces travaux se sont concentrés sur la proposition d'une grille de lecture pour l'identification et l'interprétation des formes et des évolutions des coopérations inter-entreprises (Heitz 1998, Heitz 2000, Douard et *al.* 1998, Douard et *al.* 2003). Ces travaux sont effectués au sein du CEREMO (Centre Européen de Recherche En Management des Organisations) de l'université de Nancy II. La démarche proposée résulte d'une prise compte de quelques théories et approches qui se sont intéressées à la coopération et à sa dynamique dans le temps. A partir de l'analyse de ces théories, quatre critères distinctifs ont semblé les plus à même de différencier et de caractériser le champ global des réseaux :

- Les critères de faible et de forte spécificité des actifs du réseau (non pas celles de chacun des partenaires). "*La notion de spécificité des actifs du réseau est considérée au sens où le réseau permet l'émergence d'un actif matériel ou immatériel nouveau, résultant de l'interaction entre ses membres"*. Par exemple, une structure de commercialisation commune, un pôle de savoir-faire et de moyens communs en matière de R&D, etc. ;
- Les critères de logique additive et logique de complémentarité, selon leur importance respective dans le réseau.
  - La logique additive est considérée au sens de la mise en oeuvre d'une activité nouvelle rendue possible par la réunion de moyens émanant des partenaires du réseau, et permettant un nouveau processus de valeur ajoutée (figure I-5a) ;
  - La logique de complémentarité associe différentes phases d'un processus de production de valeur ajoutée, phases qui concourent de façon spécifique à l'obtention d'un résultat donné. Elle se fonde sur le recours au marché comme moyen de constitution ou de renforcement de la chaîne de valeur de l'entreprise et induit la coordination de processus qui restent individualisés (figure I-5b).

La figure suivante explique les deux logiques, avec R = ressource, compétence, procédé, et N = nouvel avantage, activité :



a- Logique Additive b- Logique Complémentaire

Figure I-5 : Logique additive et complémentaire selon Heitz et Douard.

Ces deux logiques sont inspirées des travaux de (Richardson 1972) sur ce qu'il a appelé activités semblables et activités complémentaires comme cela sera présenté plus loin. Notre approche développe ces deux critères pour les utiliser dans un sens plus approfondi et un peu différent de ce qui est présenté ici, et avec une vision centrée sur la relation bilatérale et non sur le réseau global.

Ainsi un référentiel est proposé par Heitz et Douard :

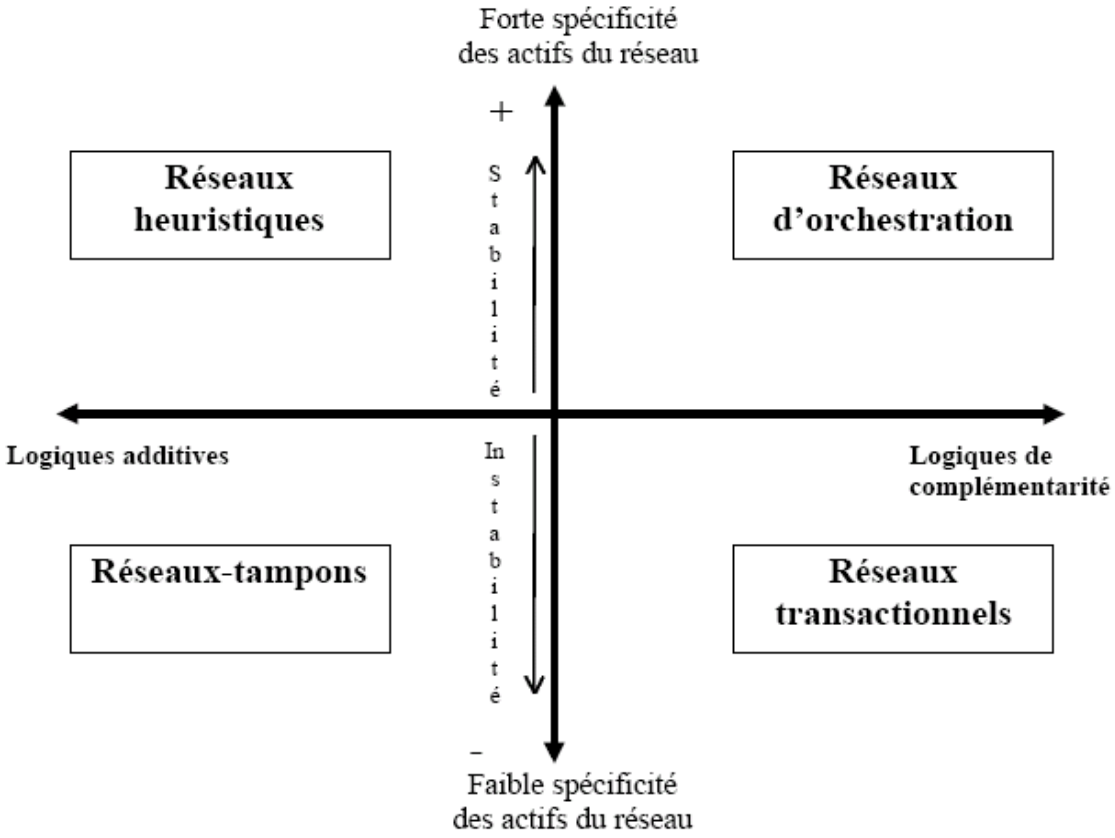


Figure I-6 : Grille de lecture proposée par Heitz et Douard

Les réseaux tampons (ou d'initiation)

Les savoir-faire mis en jeu dans ce type de réseau peuvent être à forte spécificité individuelle, alors que la spécificité des actifs du réseau est faible. Ainsi chacun essaie de protéger ses savoir-faire spécifiques individuels. Le niveau d'engagement demeure contrôlé et la réversibilité du processus est possible, pour chaque partenaire, à quelques coûts irrécouvrables près. Ces réseaux peuvent regrouper des firmes plus ou moins concurrentes sans pour autant remettre en cause le principe de concurrence sur le marché. C'est souvent le cas par exemple quand on cherche à faire des économies d'échelles. Les réseaux tampons peuvent évoluer soit vers une rupture, soit vers des réseaux heuristiques (création de valeur propre au réseau).

Les réseaux transactionnels

A la différence des réseaux-tampons, ils ne s'intéressent pas à la gestion commune d'activités similaires en vue de l'atteinte d'avantages concurrentiels nouveaux, mais à la gestion d'activités complémentaires (au sens de Richardson). Dans ce type de réseaux les situations de réversibilité des engagements sont fortement prises en compte. Ce type de réseau peut évoluer vers un réseau d'orchestration.

Les réseaux d'orchestration

Le partenariat est lui-même générateur d'un actif spécifique plus fort propre au réseau, avec des possibilités d'appropriation faibles de cet actif par l'un ou l'autre des partenaires et avec souvent également l'existence de barrières à l'entrée ou à la sortie du réseau. Ce savoir-faire spécifique relève essentiellement d'un savoir-faire *"d'orchestration"*, de mise en musique fructueuse de la gamme des actifs individuels des partenaires du réseau. C'est ce savoir-faire hautement spécifique qui permet alors au réseau d'induire des outputs eux-mêmes spécifiques. La notion de coordination est fondamentale : des contraintes de design organisationnel vont s'imposer demandant des mécanismes de coordination efficaces. Toute sortie de ce type de réseau provoquera une remise en cause de la nature même du réseau.

Les réseaux heuristiques

Les réseaux heuristiques correspondent aux situations où le degré d'engagement et d'influences réciproques des partenaires est le plus fort. Le réseau engendre alors et développe un apprentissage spécifique important, source d'une spécificité forte des actifs-même du réseau. Dès lors, les situations correspondantes s'apparentent aux alliances symbiotiques définies par (Koenig 1992) ou aux alliances additives de (Dussauge et *al.* 1995). Le réseau est producteur de valeur spécifique qu'aucun partenaire ne pourrait produire individuellement. Ce sont, finalement, des accords où la coopération est le but, et non pas un simple moyen. Ils renvoient à un *"travail en commun, un processus de production de valeur et non de simple échange"* (Delapierre 1991). Une évolution peut mener le réseau vers une fusion/acquisition suivant certaines conditions. Ce cas peut aussi devenir un risque quand un membre du réseau s'approprie les savoir-faire du réseau modifiant l'équilibre qui règne.

3.3. Travaux du CENTOR (Centre de Recherche sur les Technologies de l'Organisation Réseau de l'Université Laval)

Les travaux cités ici sont menés essentiellement par J. M. Frayret, F. D'Amours, S. D'Amours, et D. Poulin : (Frayret et *al.* 2003, Frayret 2002, Frayret et *al.* 2001, D'Amours et *al.* 1999, Poulin et *al.* 1999). Ces travaux sont concentrés sur les organisations en réseau, les pratiques coopératives, et les technologies flexibles permettant de supporter la coopération inter-entreprises, en particulier à travers ce qu'ils ont nommé la "*e-Collaboration"*. Nous résumons ces travaux, du moins la partie qui nous intéresse, en trois points principaux qui sont essentiellement des propositions :

1- Une classification des relations inter-entreprises a été proposée (figure I-7). Trois types de relations se dégagent suivant les activités visées par la relation. La première classe de relations se présente quand une entreprise préfère ne pas faire une activité et acheter le service ou produit correspondant. Dans la deuxième classe une entreprise décide de faire faire à une autre entreprise une activité nécessaire. Finalement, la dernière classe concerne les entreprises qui décident de réaliser ensemble certaines activités. Ainsi, dans la figure I-7, plus on avance vers la droite plus la relation est forte, et plus les organisations sont financièrement et stratégiquement liées de manière formelle par des contrats spécifiant les contributions et droits de chacune ;

2- Une classification des opportunités de collaboration est proposée en fonction de la nature des processus mis en jeux mais aussi en fonction de l'orientation de la relation inter-entreprises (figure I-8) ;

3- A travers ces analyses, une classification des efforts de collaboration est proposée. Six principaux efforts génériques ont été identifiés. Ces efforts ne sont pas mutuellement exclusifs, et chaque opportunité de collaboration peut impliquer plusieurs de ces efforts :

impartition des décisions, amélioration et alignement des décisions distribuées, identification de buts communs, partage et mise en commun de ressources, mise en place d'un cadre de transaction et d'opération, efforts conjoints d'amélioration de la performance globale. "*Cette liste non exhaustive de types génériques d'efforts de collaboration doit être vue comme un outil permettant d'envisager des avenues de solutions lors de la réingénierie d'une relation d'affaire*" (Frayret et *al.* 2003) ;

4- Un modèle de la collaboration en cinq niveaux est proposé (figure I-14), inspiré des différentes analyses précédentes. Le modèle est bâti à partir de deux dimensions importantes. La première concerne les différents types d'échanges, du simple échange d'informations transactionnelles, à l'alignement et à la définition conjointe des stratégies d'entreprises. La deuxième correspond à l'intensité de la relation. Cette intensité représente le lien de dépendance attachant la performance et la profitabilité des partenaires. Elle représente ainsi à la fois le partage des buts, le volume d'informations échangées, l'imbrication des processus, la confiance mutuelle, le niveau d'investissement des partenaires dans la relation, etc. ;

5- Le dernier point concerne l'analyse des technologies de la communication et de l'information offrant des solutions d'aide à la collaboration, mettant l'accent sur la gestion du changement.

Nous verrons plus loin que ces travaux, à travers ces différentes classifications et analyses, nous seront d'un grand apport. Ils seront notamment utilisés dans l'analyse et la construction de la cartographie des modes de coordination effectifs (cartographie réelle).

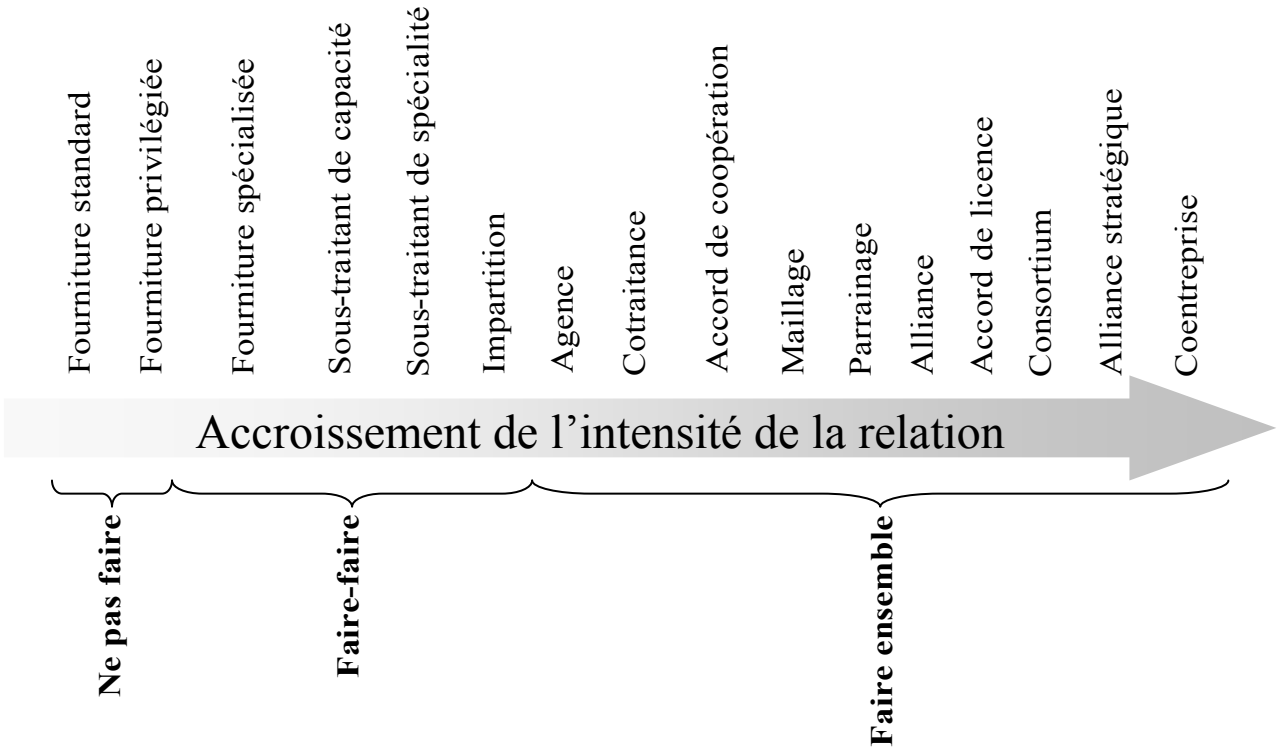


Figure I-7 : Types de relation inter-entreprises (Poulin et al. 1994)

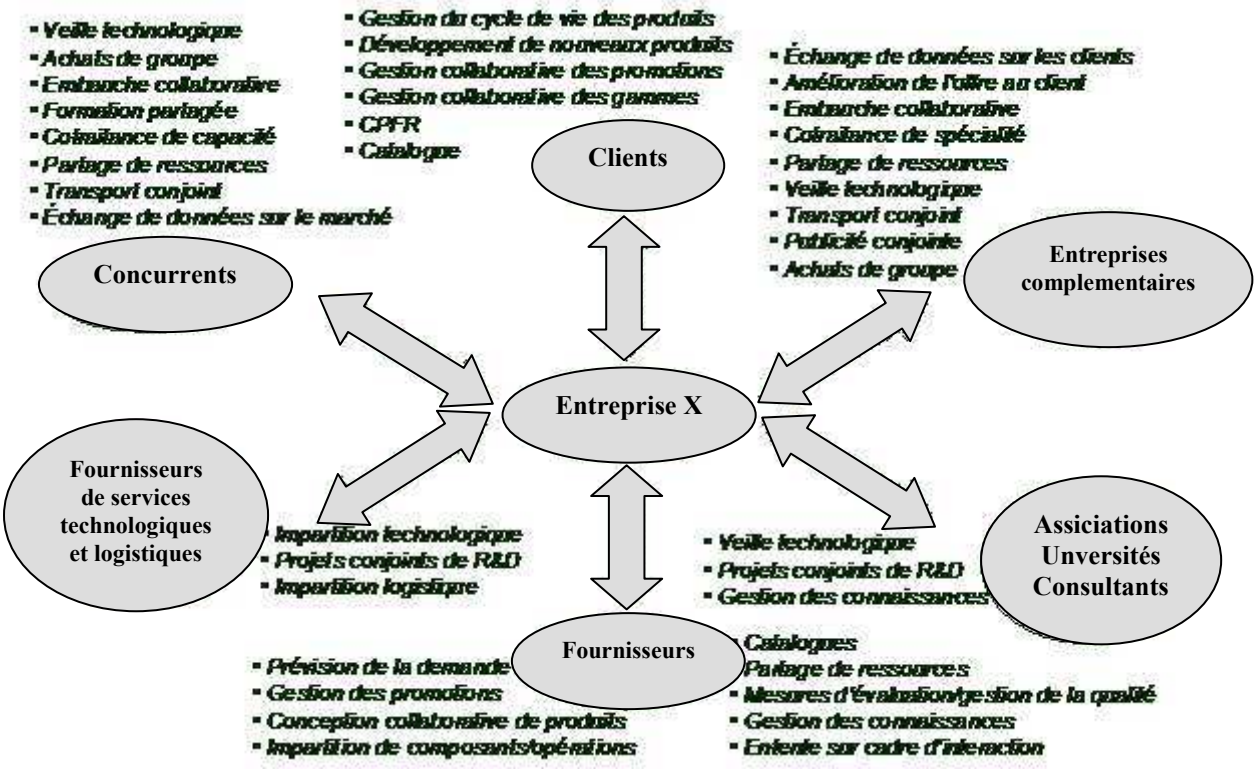


Figure I-8 : Types de relation inter-entreprises (Frayret et al. 2003)

3.4. Travaux de K. Crowston et W. Malone

Ces travaux interdisciplinaires se concentrent essentiellement sur la théorie de la coordination. Les auteurs essaient, à travers plusieurs publications, de répondre à deux questions essentielles :

a. *comment analyser la coordination et sa relation avec les interdépendances organisationnelles, et comment cette coordination ce manifeste-t-elle ?*

b. *Est-il possible d'imaginer de nouveaux processus organisationnels ?*

Nous allons nous focaliser sur les développements qui concernent les types de dépendances entre activités utilisant des ressources, et les mécanismes de coordination proposés (Malone et *al.* 1994, Crowston 1994). Une taxonomie des différents types d'interdépendances a été proposée. Ainsi pour chaque type d'interdépendances, des mécanismes de coordination alternatifs sont proposés. Cette taxonomie inclut non seulement des interdépendances entre ressources et tâches (tâche-ressource), mais aussi entre tâches (tâche-activité) et entre ressources (ressource-ressource). Ainsi l'approche consiste à dire que si deux entreprises coopèrent, cela implique une interdépendance entre leurs ressources, et la gestion de cette interdépendance revient à optimiser les mécanismes de coordination entre les activités.

Les tâches incluent la réalisation des objectifs et l'exécution des activités. Les objectifs (états désirés) et les activités (actions réalisées pour atteindre un état particulier) sont deux notions différentes. Les ressources incluent tout ce qui est utilisé ou affecté par les activités.

3.4.1. Interdépendances tâche-ressource

Dans la structure proposée par (Malone et *al.* 1994), le type d'interdépendance le plus important est celui entre une tâche et une ressource. Ainsi comme le montre la figure I-9, une tâche peut utiliser ou produire une ressource.

Figure I-9 : Tâches utilisant ou produisant des ressources

3.4.2. Interdépendances entre tâches et ressources

Dans la réalité bien sûr on a toujours à faire à plusieurs tâches et ressources. Cependant, ces interdépendances sont souvent des combinaisons entre six interdépendances basiques. Ces interdépendances considèrent soit deux tâches soit deux ressources (figure I-10).

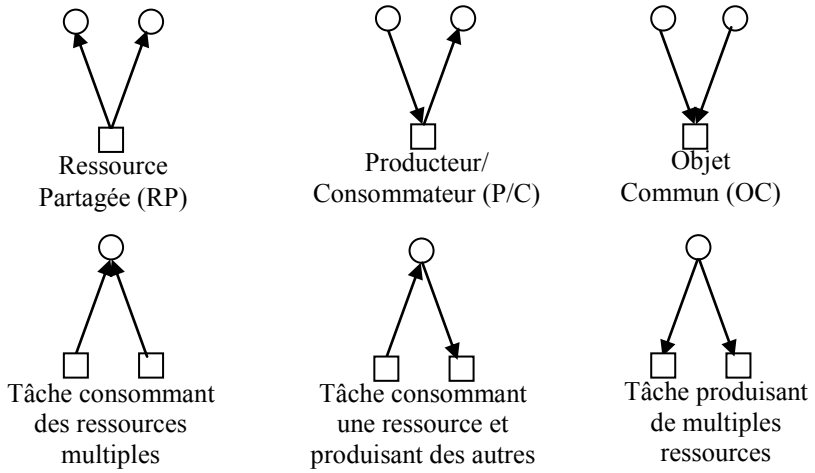


Figure I-10 : Interdépendances entre multiples Tâches et Ressources (Malone et al. 1994)

Pour chaque cas, plusieurs mécanismes de coordination existent. Un même mécanisme de coordination peut être utilisé pour plusieurs cas. Ainsi, il est clair que ce sont les trois premiers cas (RP, P/C, OC) qui sont les plus problématiques.

- *Ressource Partagée* : Dans ce cas c'est la nature de la ressource qui définira le mode de coordination. Ainsi, les ressources sont distinguées selon deux critères : leurs capacités à être utilisées par plusieurs tâches simultanément (*Shareability*) et leurs capacités à être utilisées par plusieurs tâches en séquence au cours du temps (*Reusability*). Si une ressource répond au premier critère (*Shareability*) alors deux acteurs peuvent l'utiliser en même temps (pas de conflit). Dans le cas contraire deux tâches ne peuvent pas se réaliser simultanément. Soit une ressource est ajoutée soit une seule tâche est réalisée. Et si la ressource est réutilisable, le conflit peut être résolu par la réalisation des tâches à différents moments.

- *Producteur/Consommateur* : Ce cas nécessite que les tâches soient réalisées dans le bon ordre, et que les flux soient optimisés.

- *Objet Commun* : Si les deux tâches produisent la même ressource, alors il est préférable de les fusionner en une seule tâche. Si les deux produisent des ressources différentes, alors il est nécessaire de rajouter une tâche de négociation pour un compromis mutuel.

3.5. Travaux menés à l'Ecole des Mines d'Albi Carmaux

Ces travaux sont menés au Centre de Génie Industriel. Ils peuvent s'inscrire dans une complémentarité par rapport à notre travail, notamment par l'intégration des risques dans notre analyse. La partie qui nous intéresse se concentre sur le pilotage de projet partagé par des PME en groupement basé sur la gestion des risques (démarche de synchronisation projet-risque), ainsi que l'analyse des facteurs d'influence des trajectoires organisationnelles de groupements de PME (approche de type "cycle de vie"). Cette évolution est analysée à travers trois dimensions : structurelle, relationnelle, et cognitive.

Les trajectoires d'évolution prévues pour un groupement de PME travaillant autour d'un projet, dévient à une étape ou à une autre du projet. Cette déviation est souvent causée par des événements imprévus. Ces imprévus sont étroitement liés au concept de risque (Villarreal 2005). Le risque est défini dans les projets comme "*la possibilité de survenue des événements imprévus soit une menace à éviter (événement redouté) ou une opportunité à saisir (événement souhaité)*" (Bakir et *al.* 2003).

3.5.1. Démarche analytique proposée

Cette démarche est composée de la description du processus projet, de la typologie des états de groupement/projet partagé et de la typologie des risques. Ils constitueront des fondements des préconisations en termes d'organisation.

3.5.1.1. Processus de gestion de projets partagés

Le processus de gestion de projets partagés est découpé en deux phases organisationnelles (figure I-11) : la phase d'avant projet et la phase opérationnelle.

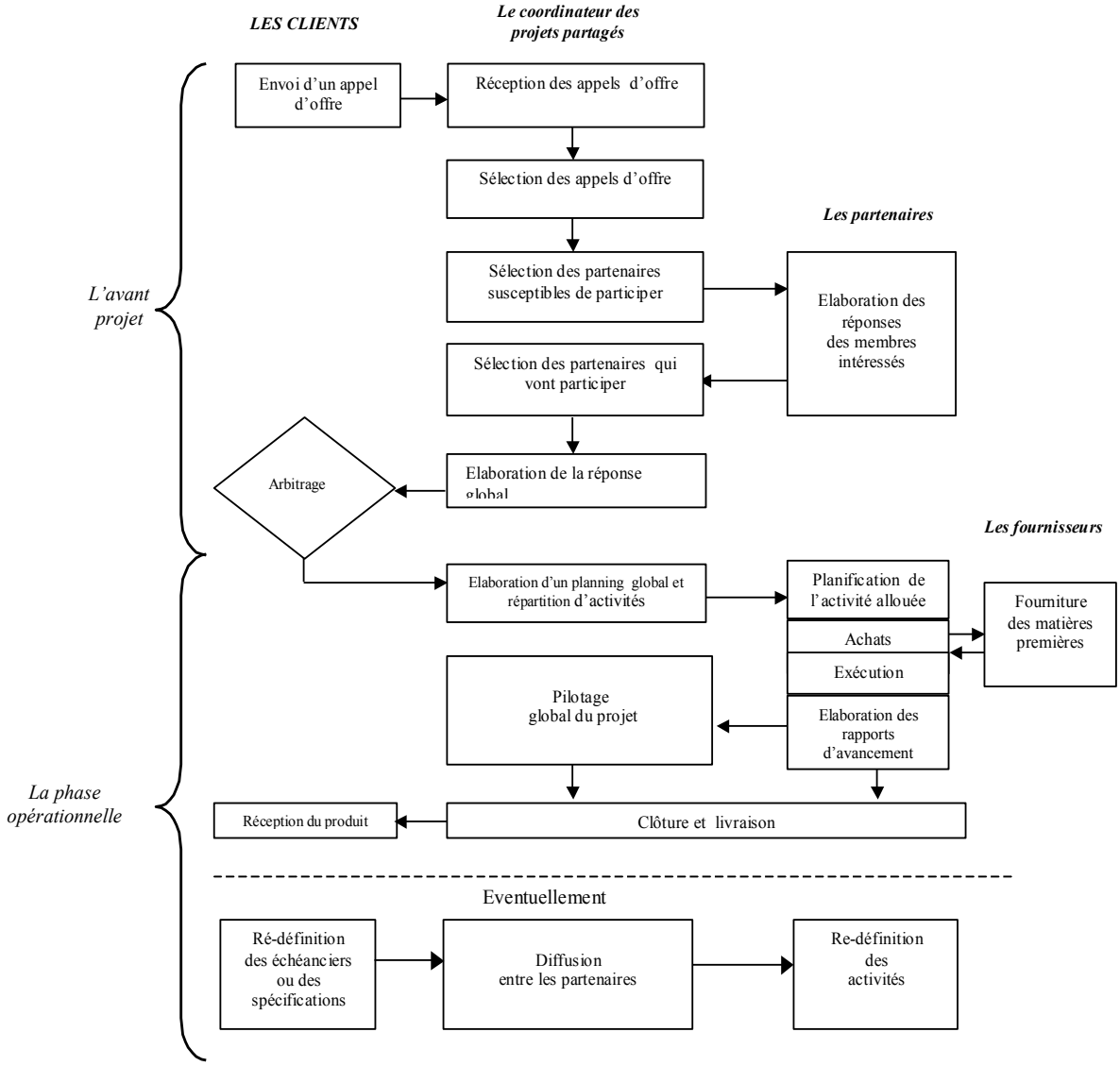


Figure I-11 : Processus autour de l'organisation du projet partagé (Villarreal 2005)

La phase d'avant projet concerne la conception du réseau (traitement de l'appel d'offre et choix des partenaires). La phase opérationnelle permet le traitement de la commande. Ce schéma est complété par une typologie d'états.

3.5.1.2. Typologie d'états groupement/projet partagé

Cette typologie (figure I-12) est basée sur trois critères, à savoir : l'existence d'un ou plusieurs projets, l'existence d'autres activités partagées et le nombre de partenaires impliqués. Ainsi, un graphe d'états permet de décrire les éventuelles transitions à travers les différents états de la typologie proposée. Chaque passage d'un état à un autre doit se faire sous la réalisation de certaines conditions bien définies.

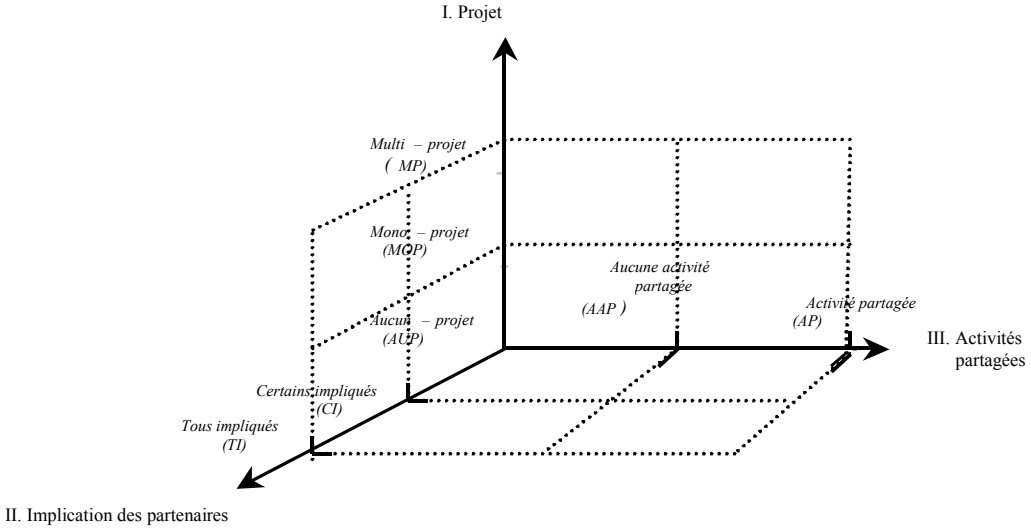


Figure I-12 : Typologie d'états groupement/projet partagé (Villarreal 2005)

3.5.1.3. La typologie des risques

Cette typologie est construite à partir d'un répertoire d'évènements générateurs de risques. Elle est hiérarchisée en trois niveaux : domaine, caractéristique des activités et fonctions, menaces et opportunités

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	
Domaine	Caractéristiques/activités/fonctions	Menaces	Opportunités
I. Composition du groupement	La sélection des partenaires	Partenaires ayant une performance limitée Mauvaise réputation d'un des partenaires Un partenaire plus puissant	Attraction des grosses affaires Elargissement des secteurs d'activité
	La relation des partenaires	Conflits relationnels Opportunisme	
	Les caractéristiques du groupement	Difficulté à éteindre le périmètre d'action du groupement	
	Compétences similaires	Concurrence entre partenaires face aux appels d'offre	Flexibilité dans la capacité de production Sous-traitance à l'intérieur du réseau
	Compétences non similaires	Incompatibilité des compétences Monopole des compétences	Diversification de l'offre du groupement
II. Mode de fonctionnement/organisation du groupement	Politique générale	Stratégies insuffisamment diffusées ou non partagées Non définition de priorités	
	Structures et rôles	Absence de formalisation de la structure	Réactivité accrue
	Finances	Trésorerie insuffisante de certains partenaires	Distribution des problèmes de trésorerie entre les partenaires
	Gestion du processus pour répondre aux appels d'offre	Portefeuille de commandes très gros Insatisfaction de certains partenaires	
	Culture coopérative	Non intégration de la culture réseau à tous les niveaux	
	Politique commerciale	Stratégies de commercialisation insuffisantes	Diffusion de l'image du groupement
	Capitalisation de savoir faire	Asymétrie de l'information Dissimulation des échecs	
III. D'autres activités partagées	Achats globaux	Livrer son propre fournisseur à un possible concurrent	Gains sur les prix d'achats du projet
	Formation commune	Formation inadaptée ou insuffisante	Formation d'une culture commune
	Stratégies de qualité commune		Embauchage d'un qualiticien Certification commune
IV. Environnement externe	Structure concurrentielle	Réduction de la demande	Réactivation du secteur d'activité
	Politiques publiques	Manque d'accompagnement des organismes publiques	Activation des subventions
V. Organisation du projet partagé	Planification	Mauvaise estimation des charges de travail Compétences inadaptées	
	Découpage et répartition de tâches	Découpage inadapté au profil des partenaires Spécialisation excessive	
	Gestion des ressources	Processus, techniques et outils incompatibles	
	Pilotage du projet	Indicateurs inadaptés Méthodes de suivi insuffisantes	
	Techniques	Chevauchement des tâches Asymétrie des performances	

Tableau I-1 : Typologie des risques (Villarreal 2005)

3.5.2. Les préconisations

Les préconisations en termes d'organisation sont basées sur une structure de décision à plusieurs niveaux, un cadre de référence pour le pilotage du projet partagé fondé sur la gestion des risques en utilisant une procédure qui intègre le processus de gestion de projet et le processus d'analyse des risques, une analyse organisationnelle des groupements et leur dynamique d'évolution. La structure de décision proposée (Villarreal 2005) est hiérarchisée sur trois niveaux : comité directeur, comité de pilotage, équipe de projet.

Ainsi, le processus est piloté par les risques, suivant son état d'avancement. Lors des phases amont ce sont les risques génériques qui sont analysés. Dans la phase de pilotage opérationnel cela se passe plutôt au niveau des risques spécifiques.

Section 4 : Concepts de base pour la reconstitution d'une cartographie réelle d'un réseau d'entreprises

Cette section va s'intéresser à des concepts de base de la coopération inter-entreprises tournant essentiellement autour des trois structures de coopération classiques : coopération horizontale, coopération verticale, et coopération diagonale. Après la définition de ces trois orientations de la coopération, nous verrons à partir des travaux de (Frayret et *al.* 2003, Frayret et *al.* 2001), comment identifier l'intensité de la coopération entre deux partenaires. Ces deux dimensions (type de coopération et intensité de la coopération) nous permettront de reconstituer le tissu organisationnel d'un réseau, ce que nous appelons cartographie organisationnelle réelle d'un réseau d'entreprises.

4.1. Orientations possibles de la coopération

4.1.1. Coopération horizontale

Nous donnons dans ce qui suit différentes définitions de la coopération horizontale. Ainsi d'après (Rullière et *al.* 1995) "*elles sont bâties entre concurrents ayant décidé de collaborer ensemble pour atteindre un objectif commun. Elles peuvent concerner aussi bien des relations entre partenaires appartenant à des aires de marché différentes que des liaisons entre concurrents directs*". (Thoben et *al.* 2001) la définissent comme étant une coopération entre des entreprises (souvent concurrentes) intervenant dans des chaînes de valeurs différentes, comme par exemple le partage de ressources dans la recherche, le co-développement, la co-production, etc. (figure I-13). Une définition assez complète de la coopération horizontale est donnée dans le Journal Officiel des Communautés Européennes (JOCE 2001) : "*Une coopération est de "nature horizontale" si elle fait l'objet d'un accord ou de pratiques concertées conclus entre des entreprises se situant au(x) même(s) niveau(x) du marché. Il s'agit, le plus souvent, d'une coopération entre concurrents, qui peut créer des problèmes de concurrence lorsqu'elle produit ainsi des effets négatifs sur les prix, la production, l'innovation ou la diversité et la qualité des produits. D'autre part, une coopération horizontale peut aussi produire des avantages économiques substantiels lorsqu'elle devient le moyen de partager les risques, de réaliser des économies de coûts, de mettre en commun un savoir-faire et de lancer des innovations sur le marché plus rapidement*". (Doz et *al.* 1989) ont expliqué pourquoi des entreprises rivales coopèrent : "*la situation de coopération entre concurrents peut apparaître comme paradoxale, voire contradictoire, si on considère que marché et coopération constituent des formes alternatives d'organisation industrielle. La coopération entre rivaux peut s'expliquer cependant par le fait*

que le marché comporte différentes dimensions et que les firmes se trouvent uniquement en compétition sur un nombre limité de ces dernières".

4.1.2. Coopération verticale

Ce type de coopération se caractérise entre des entreprises non concurrentes, mais du même secteur, et qui interviennent à différentes étapes de production (Thoben et *al.* 2001). La chaîne logistique est un exemple typique de la coopération verticale. Les coopérations verticales sont généralement analysées du point de vue des échanges producteurs-utilisateurs, ou des contrats de sous-traitance passés entre donneurs d'ordre et des entreprises de moindre importance (Hammami 2003).

4.1.3. Coopération diagonale

Les coopérations entre entreprises non concurrentes évoluant dans des branches différentes avec des besoins et intérêts similaires dans certains secteurs (recherche, marketing) sont définies comme des coopérations diagonales (Thoben et *al.* 2001). Deux firmes sont non concurrentes quand elles opèrent dans des secteurs de marché/produits différents.

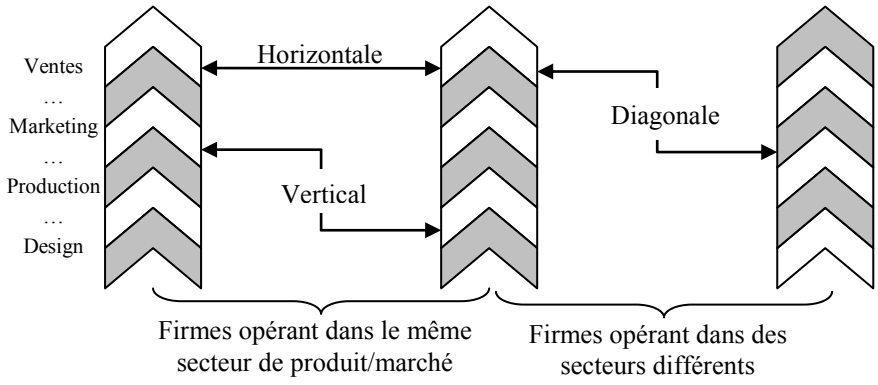


Figure I-13 : Type de coopération par rapport à la chaîne de valeur (Thoben et al. 2001)

Le tableau suivant nous donne une première classification, inspirée des différentes définitions données plus haut, des trois types de coopération par rapport à deux critères qui sont : le secteur de marché/produit et la concurrence. Nous nous basons ici essentiellement sur les travaux de Jagdev et Thoben résumés dans la figure I-13. Ce tableau part du fait que la coopération existe déjà entre deux entreprises.

	Produit/Marché différent	*Produit/Marché similaire*
Firmes non concurrentes	**Diagonale**	**Verticale**
Firmes concurrentes		**Horizontale**

Tableau I-2 : Orientation de la coopération

Nous allons prolonger ce tableau par une analyse de l'intensité de la coopération.

4.2. Intensité de la coopération

Un modèle d'intensité de coopération a été proposé par (Frayret et *al.* 2003, Frayret et *al.* 2001)

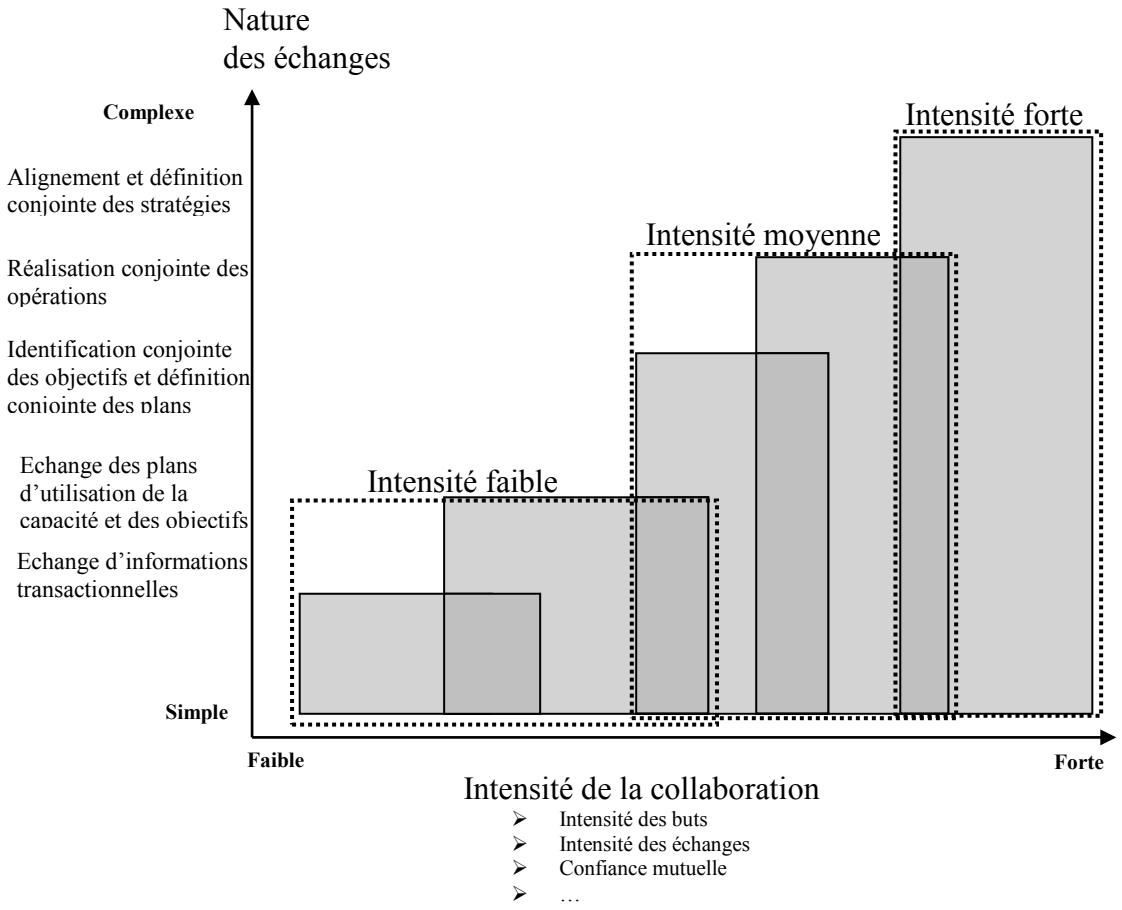


Figure I-14 : Modèle de cinq niveaux de la coopération, inspiré de (Frayret et al. *2003)*

Dans le Premier niveau, les partenaires réalisent seulement des échanges d'informations transactionnelles. Il n'y a pas de création conjointe d'informations.

Dans le deuxième niveau, l'information échangée est plus pertinente que dans le premier niveau (plan de réalisation des opérations, des plans de promotion, des objectifs, etc.). L'échange a un but informatif, et permet souvent une aide à la prise de décision. Cependant cet échange n'implique pas une compréhension mutuelle ni une utilisation cohérente automatique de l'information échangée.

Dans le troisième niveau, inspiré des travaux de (Lapide 2002), les partenaires échangent non seulement de l'information, mais surtout des plans partiels, des intentions et des objectifs etc. La prise de décision devient collective. Ainsi, chaque entreprise prend en compte les capacités et les contraintes de ses partenaires. Dans ce cas il y a bien création d'information.

Dans le quatrième niveau (Toumela 2000), l'esprit d'entraide est bien développé. Les firmes commencent à réaliser des opérations conjointement, et à gérer ensemble différentes contingences.

Le dernier niveau implique la co-évolution des entreprises partenaires au niveau de l'alignement et de la définition de leurs stratégies d'affaires. Dans ce cas les entreprises accordent une grande importance aux choix stratégiques du partenaire. Ainsi, leurs évolutions sont interdépendantes.

Pour notre approche nous allons synthétiser l'intensité de la coopération selon trois niveaux (figure I-14).

L'intensité faible qui englobe les deux premiers niveaux du modèle de Frayret. Ce degré d'intensité implique donc essentiellement des échanges d'informations. Cette information est utilisée dans la prise de décisions indépendante (on prend des décisions indépendamment des décisions des partenaires, en utilisant par exemple l'information obtenue). Dans ce cas il n'y a pas de réelle implication des partenaires dans la collaboration. Cependant, une implication financière assez faible peut avoir lieu en termes d'outils d'échange d'information et de communication. Quitter la coopération dans ce cas est facile et n'a aucune conséquence sur la performance de l'entreprise.

L'intensité moyenne englobe le troisième et quatrième niveau du modèle de Frayret. Ici le fait essentiel est que la prise de décision devient collective. Chacun des partenaires prend des décisions en fonction de celles des autres. L'implication des partenaires est forte, non seulement financière mais aussi personnelle. Les réunions sont plus fréquentes. Les contraintes, ressources et capacités de chacun, sont prises en compte dans un système global pour une plus forte synergie et une entraide plus marquée, mais aussi pour d'éventuels partages de ressources ou des réalisations d'opérations ou d'activités conjointes. Ce niveau de coopération peut engendrer de l'information nouvelle mais aussi des produits ou sous-produits nouveaux. Les problèmes, conflits et contingences sont gérés ensemble. Cependant, les stratégies restent construites individuellement. Il n'y a pas de stratégie commune pour la prise en compte de l'évolution commune. Se défaire d'une telle relation est plus dur que dans le premier cas, et cela peut engendrer des conséquences non négligeables sur l'entreprise.

L'intensité forte correspond au dernier niveau du modèle de Frayret. Les choix stratégiques sont faits en concertation avec le partenaire. L'évolution et le devenir de l'autre deviennent important pour chacun car il y va aussi de son devenir à lui. Les évolutions sont liées. Les synergies sont très fortes. Il est plus difficile de sortir d'une telle coopération. Théoriquement un tel niveau de coopération devrait avoir comme finalité l'intégration.

4.3. Représentation des liens de coopération dans un réseau

A partir des explications données ci dessus, nous pouvons nous appuyer sur l'état de l'art présenté pour proposer une première représentation des liens de coopération dans un réseau d'entreprises. Pour cela nous allons coupler l'analyse des réseaux de (Thoben et *al.* 2001) avec l'analyse des intensités de coopération de (Frayret et *al.* 2003, Frayret et *al.* 2001). Le réseau est donc reconstitué selon trois dimensions : le nombre d'entreprises, le type de relation entre chaque paire, l'intensité de chaque relation de coopération.

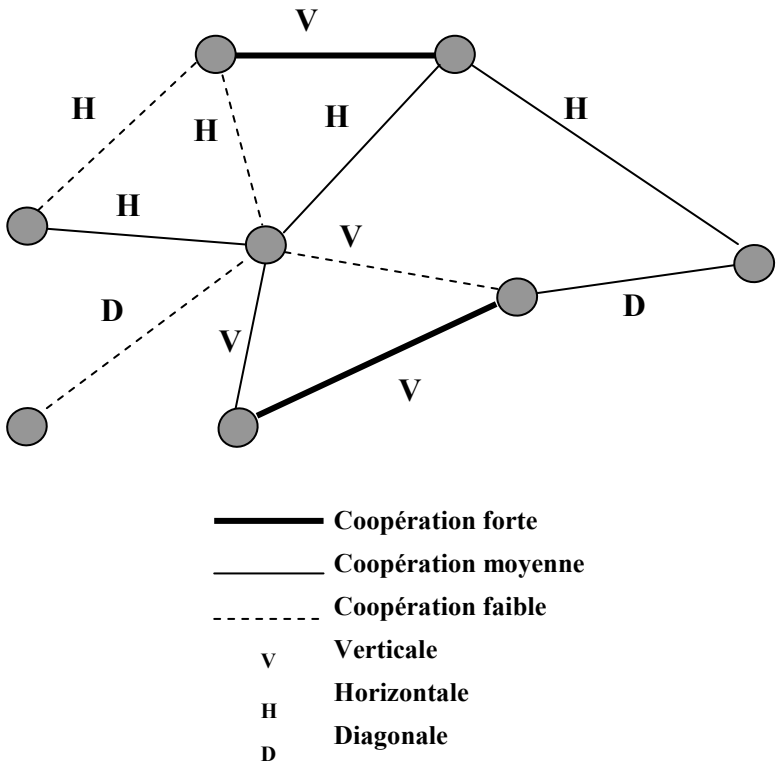


Figure I-15 : Exemple de représentation d'un réseau

Nous utilisons plus loin ce type de représentation (cf. chapitre VI) comme point de départ pour cartographier les réseaux de PME que nous étudierons.

Nous verrons dans la suite de ce travail, que cette façon de reconstituer un réseau ou un tissu relationnel inspirera nos analyses.

5. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les travaux et la littérature qui nous ont semblé les plus en adéquation avec notre problématique.

La première section a permis de définir l'objet d'étude, c'est-à-dire à quel type d'organisation nous nous intéressons en particulier. Elle a aussi permis de faire le tri entre les différentes notions de coopération et coordination. La deuxième section a permis d'identifier les bases théoriques à partir desquelles sera développée notre approche. Nous y avons également présenté une synthèse des théories existantes qui se sont intéressées à la coopération inter-entreprises, en déterminant le degré de leur implication dans nos travaux. La section trois passe en revue une liste non exhaustive de travaux se rapprochant le plus de notre problématique, et sur lesquels nous nous appuierons à différentes étapes de notre démarche. La dernière section, reprend des notions fondamentales de la coopération que nous avons utilisées (et que nous utiliserons) pour reconstituer le tissu organisationnel d'un réseau d'entreprises ou d'une organisation en général.

PARTIE 2

MODELISATION

CHAPITRE II

ANALYSE PAR ACTIVITES ET COMPETENCES ET PARAMETRES CONTINGENTS

D'après la littérature présentée au chapitre précédent nous pouvons isoler deux "clans" d'interprétation des stratégies coopératives : d'un côté, l'analyse théorique dominante qui propose d'inscrire la coopération dans une logique marchande. Dans ce cadre, la coopération est assimilée à une forme hybride entre le marché et la hiérarchie avec notamment les travaux de R. Coase (Coase 1937) et O.E. Williamson (Williamson 1985, Williamson 1975) qui proposent une analyse contractuelle des institutions économiques. De l'autre, les travaux qui considèrent la coopération comme un mode de coordination autonome alternatif au marché et à la hiérarchie. Ce deuxième point de vue trouve son essor à partir des travaux de G.B. Richardson (Richardson 1972) qui insiste sur la nature productive plutôt que transactionnelle de la coordination des activités. Notre travail s'inscrit dans cette deuxième lignée et va prendre ses racines et références dans les travaux de G.B. Richardson.

L'objet de notre travail est de modéliser les trajectoires organisationnelles d'un réseau d'entreprises, et de ce fait d'en identifier les différents paramètres de commande. Il faut donc commencer par construire un référentiel qui mette en scène des concepts permettant la commandabilité d'une trajectoire organisationnelle d'un réseau d'entreprises. Lors de travaux du projet de recherche GRECOPME II (GRECOPME II 2003), il est apparu qu'il était nécessaire de construire une typologie de réseaux. Cette typologie avait pour but de permettre pour un réseau donné, et donc selon son type, de sélectionner les outils de diagnostic à utiliser pour évaluer sa performance. C'est une typologie basée sur les modes de coordination entre les différentes entreprises du réseau qui avait finalement été retenue.

Dans ce chapitre nous exposons les fondements sur lesquels s'appuiera notre approche, c'est-à-dire les principes de construction de cette typologie des réseaux. Cette typologie permet de construire et d'asseoir un référentiel pour le choix d'un mode de coordination entre deux entreprises. Nous aborderons et développerons les bases à partir desquelles les idées développées prennent leurs racines, ainsi que la méthodologie suivie pour la construction de la typologie des réseaux d'entreprises, à travers les différents travaux qui ont précédé cette thèse.

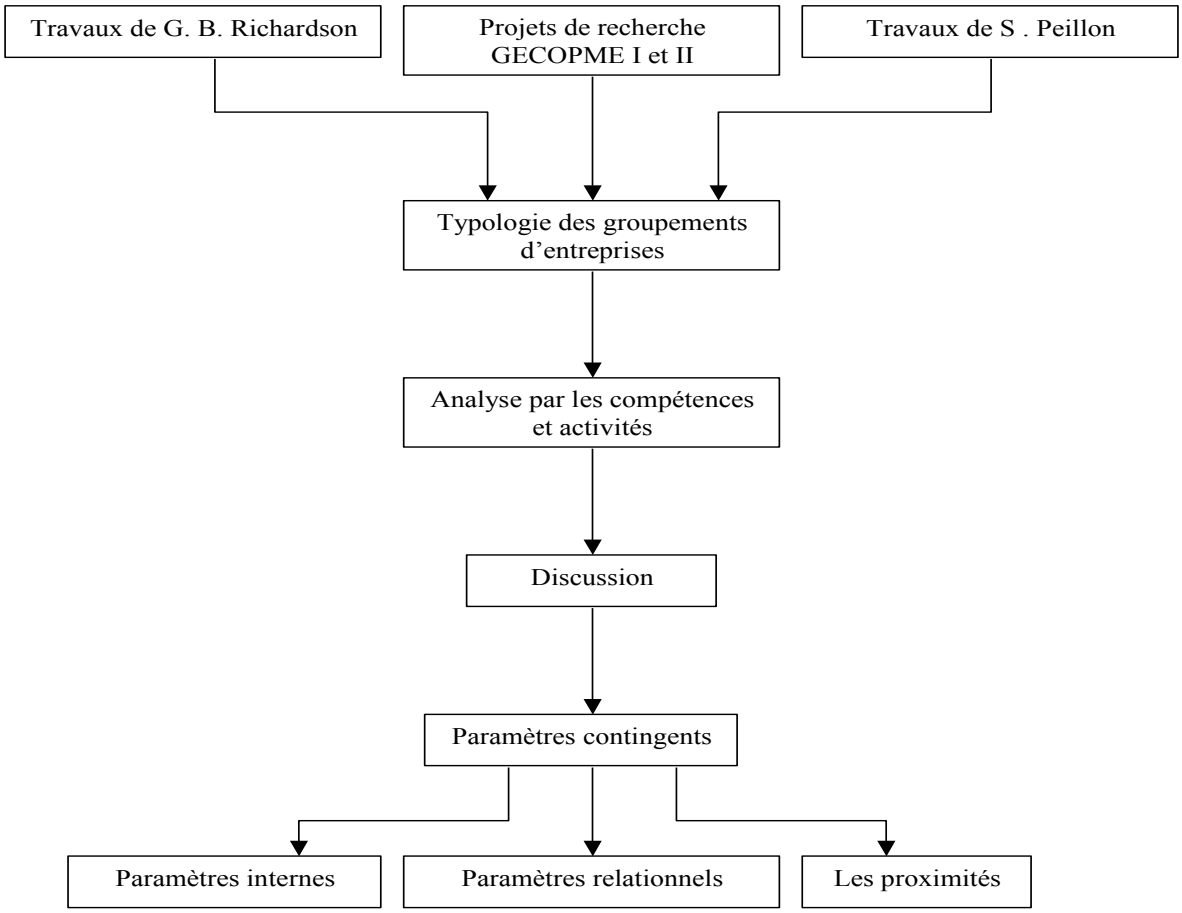
La typologie des groupements d'entreprises présentée dans ce chapitre utilise les travaux de G. Richardson (Richardson 1972) en théorie de l'organisation industrielle. La coopération y est considérée comme une forme d'organisation à part entière, mode de coordination "ex ante" *d'activités complémentaires ou d'activités similaires.* Les travaux de Williamson ont eux aussi mis l'accent sur l'importance du "*jeu de complémentarité*" dans l'émergence des coopérations inter-entreprises. Le concept d'activité est par ailleurs largement mobilisé dans le domaine du génie industriel, en particulier en modélisation d'entreprises. Nous verrons

qu'en plus des activités nous utiliserons les compétences qu'elles mobilisent comme paramètres clés de commande pour la conduite des réseaux. Ce choix a aussi été validé par des cas industriels et des études de terrain effectuées sur des groupements de PME en région Rhône-alpes (Burlat et *al.* 2003).

Nous commençons par analyser les travaux de Richardson et comment ils ont été utilisés pour le choix des paramètres de commande (complémentarité des activités et similarité des compétences), ainsi que leur influence sur le choix du mode de coordination entre deux entreprises d'un réseau. Ensuite nous expliquons les objectifs des deux projets de recherche GRECOPME I et II (GRECOPME II 2003, GRECOPME I 2000) qui se sont intéressés à l'analyse de groupements d'entreprises sur la région Rhône-Alpes. Le premier projet GRECOPME s'est axé sur l'étude des phénomènes et des facteurs socio-économiques de création de groupements de PME. Le deuxième projet GRECOPME était centré sur l'étude des groupements existants qui sont en phase de maturité. Nous exposons ensuite les travaux de thèse de S. Peillon (Peillon 2001) en économie, et qui a posé les premières bases de la typologie des groupements. Plus loin nous développons cette typologie, en justifiant les différents choix. Nous verrons comment cette typologie est exploitée pour la construction d'une cartographie des modes de coordination dans un réseau d'entreprises. Dans le souci de se rapprocher le plus de la réalité, nous nous sommes rendus compte que dans certains cas l'utilisation de seulement deux paramètres (complémentarité des activités, similarité des compétences) pour guider le choix d'un mode de coordination entre deux entreprises n'était pas pertinente, et qu'il y avait d'autres paramètres qui entraient en jeux. Ces paramètres, que nous appelons "*Paramètres Contingents"*, auront un effet de frein ou d'accélération de la coopération entre deux entreprises. Ils viennent atténuer les résultats issus des deux paramètres de commande initiaux. La dernière partie de se chapitre explique et développe les paramètres contingents et leur influence.

Schéma de présentation du chapitre II

Le schéma présenté ci-dessous décrit l'enchaînement des idées qui seront présentées. Il résume le cheminement de notre travail, et les étapes que nous avons suivies pour atteindre nos objectifs dans ce chapitre.



II.1. Travaux de G. B. Richardson (Théorie de l'organisation industrielle)

Les travaux de G. B. Richardson dans son article de 1972 (Richardson 1972) ont permis de bâtir les bases de la théorie de l'organisation de l'industrie fondée sur la coordination des activités. Le premier élément de ces bases est qu'il considère la coopération inter-firmes non comme une forme d'organisation intermédiaire, mais plutôt comme une forme totalement différente de la hiérarchie et du marché. Le deuxième élément est qu'il conçoit l'existence de mécanismes alternatifs de coordination des activités, non en termes de coûts de transaction, mais en termes d'activités et de capacités. De ce point de vue, Williamson (Williamson 1999), reconnaît que cet article de Richardson est un travail fondateur.

L'intérêt de Richardson est de dépasser le paradoxe de la coopération d'une façon plus satisfaisante que celle proposée par R. Coase (Coase 1937). Déjà, à partir des travaux de Coase, le marché a perdu son statut d'unique forme de régulation et s'est vu adjoindre

d'autres modes de coordination des activités tels que la firme ou la coopération (Froehlicher et *al.* 2000).

C'est cependant à Richardson, à travers ses travaux sur la théorie de l'organisation industrielle, que revient le mérite d'avoir remis en cause les fondements d'une vision de la coordination des activités économiques selon les deux formes radicales qui sont la firme hiérarchique et le marché. Selon Richardson la coordination des activités économiques peut avoir lieu à travers trois modes bien distincts : la direction hiérarchique, le marché, et enfin la coopération inter-entreprises. Les caractéristiques de similarité et de complémentarité des activités sont des aspects clés dans l'orientation vers l'une ou l'autre forme de coordination économique.

II.1.1. Activités similaires et activités complémentaires

Selon Richardson, c'est sur la base des critères de similarité et de complémentarité des activités économiques qu'il convient d'organiser l'industrie. Il propose d'expliquer l'efficacité des différents mécanismes de coordination des activités en se basant sur la distinction entre activités similaires et activités complémentaires. Pour lui, la question de la division du travail et de la coordination des activités est problématique parce qu'il existe des activités similaires et des activités complémentaires, et que les activités complémentaires ne sont pas nécessairement similaires. La similarité et la complémentarité sont donc deux concepts complètement différents. Par exemple, l'activité de production d'isolants céramiques est complémentaire à celle des interrupteurs électriques, mais similaire à d'autres activités de fabrication céramique.

Une activité économique dans la vision de Richardson renvoie aux différentes fonctions exercées par la firme et qui relèvent de la réalisation de la production. Des activités sont complémentaires si elles représentent différentes phases d'un processus de production de sorte qu'elles doivent être d'une manière ou d'une autre coordonnées.

Or une activité économique est menée par des firmes ayant les capacités[2] appropriées à la réalisation de cette activité. C'est-à-dire que la firme doit être dotée des connaissances, expérience, et compétences requises : *"have recognise that these activities have to be carried out by organizations with appropriate capabilities, or, in other words, with appropriate knowledge, experience and skills"* (Richardson 1972).

Le processus de production est alors présenté comme une séquence d'activités inter-reliées. Les activités économiques ne se confondent pas avec les transactions et les produits, mais représentent différentes phases d'un processus de production. Les capacités permettent l'établissement d'une relation entre les activités exercées et les organisations munies de ces capacités.

Une distinction est donc introduite par Richardson entre activités similaires et activités complémentaires. Il nomme activités similaires, les activités qui demandent des compétences similaires pour être accomplies. Pour notre part nous allons parler plus de compétences similaires que d'activités similaires pour mieux distinguer la différence entre activités complémentaires et activités similaires.

Les activités complémentaires requièrent alors une coordination à l'avance *ex ante*, c'est à dire que les relations à mettre en place doivent être connues à l'avance. Similarité et

[2] L'auteur parle de "*capabilities*", qui signifie capacité ou aptitude.

complémentarité vont donc expliquer les relations entre les firmes. Le mode de coordination requis sera alors fonction de la nature des activités suivant les critères de similarité et de complémentarité.

A partir de ces concepts, trois mécanismes de coordination des activités se dégagent : le marché (mécanisme de prix), la hiérarchie (direction des activités au sein d'une même entreprise), et la coopération (un mode de coordination ex ante).

II.1.2. Les mécanismes de coordination

Les deux critères de similarité des compétences et complémentarité des activités vont donc orienter le choix d'un mode de coordination entre deux entreprises.

Le marché

Le marché est un mode de coordination *ex post*. D'après une définition économique courante, le marché est un lieu de rencontre, souvent fictif, entre des offreurs et des demandeurs, qui permet un échange à partir de la détermination d'un prix. La relation dans le marché est impersonnelle. L'échange n'a de sens que par le produit échangé et non par la relation entre des individus qui peuvent d'ailleurs ne pas se connaître et qui ne se connaîtront pas plus après avoir échangé.

Le marché fait référence à une main invisible qui s'occupe de l'allocation des ressources. La théorie standard nous enseigne que le marché représente un mode de régulation conduisant de façon spontanée à l'efficacité optimale (Gardes Erize 2002). Dans son analyse de l'organisation de l'industrie, Richardson soulève cependant la difficulté d'obtenir par le marché une coordination des activités complémentaires, celles-ci ne pouvant s'établir qu'à travers une coordination délibérée. Ainsi, un tel mode de coordination ne sera efficace que dans le cas où l'harmonisation des activités par une coordination volontaire est inutile.

La hiérarchie (La firme) [3]

L'économie des coûts de transaction (Williamson 1985, Williamson 1975) présente l'organisation hiérarchique comme un mode de coordination de l'activité économique, alternatif au marché (forme de coordination à l'opposée du marché). La forme hiérarchique est définie comme étant une organisation sociale, politique ou administrative en niveaux où chaque élément appartenant à un niveau est strictement subordonné à un élément du niveau supérieur. Plus l'on s'élève dans l'ordre du pouvoir ou de la domination et moins chaque niveau comporte d'éléments. La hiérarchie implique une organisation pyramidale.

Par l'intermédiaire de relations de subordination, le système hiérarchique gère la coordination des activités complémentaires qui font appel à des compétences similaires. Cependant, pour Richardson, la coordination des activités complémentaires et non similaires ne peut s'opérer à l'intérieur de l'organisation hiérarchique car le management de compétences très variées est complexe. De même, elle ne peut s'accomplir sur le marché car il faut une coordination *ex ante* des activités complémentaires.

L'existence de réseaux complexes de coopération s'explique donc par le besoin de coordonner les activités complémentaires mais non similaires (c'est-à-dire qui mettent en jeu des compétences non similaires).

[3] Nous parlerons aussi de "firme" pour faire référence à la hiérarchie, c'est à dire des activités qui se coordonnent sous la direction hiérarchique d'une même firme.

La coopération

La coopération est un mode de coordination *ex ante*. Elle est souvent définie comme étant un accord explicite ou implicite intervenant entre deux ou plusieurs entreprises indépendantes, qui s'engagent à travailler ensemble pour la réalisation d'une ou plusieurs tâches en commun (investissement, production, fourniture, distribution, recherche et développement …). Ce travail est réalisé en mettant en commun des ressources et des compétences. Les objectifs peuvent être partagés ou indépendants (adaptation à un environnement turbulent, consolidation d'une position concurrentielle, atteinte une taille critique, réponse aux contraintes de l'environnement économique, partage des risques et des pertes, accession à un marché externe, développement de nouvelles compétences …).

Richardson caractérise la coopération inter-entreprises par les obligations réciproques que les parties acceptent, et les concessions et assurances qu'elles peuvent fournir, ce qui permet de réduire l'incertitude sur le comportement futur du partenaire. *"The essence of co-operative arrangements such as those we have reviewed would seem to be the fact that the parties to them accept some degree of obligation –and therefore give some degree of assurance-with respect to their future conduct"*.

Ainsi, lorsque le vendeur et l'acheteur n'acceptent aucune obligation quant à leur conduite future, on se situe dans une pure transaction de marché. Il n'y a pas d'association continue, mais un acte isolé d'achat ou de vente. La coopération et les transactions de marché sont, par conséquent, des modes alternatifs de coordination des activités économiques. Pour Richardson, la lutte contre l'incertitude stratégique -c'est-à-dire purement liée à l'interdépendance nécessaire qu'engendrent les anticipations relatives aux comportements attendus des autres firmes et des consommateurs (Arena et *al.* 1997)- conduit les entreprises à créer des formes de coopération inter-entreprises destinées à accroître leur degré de contrôle sur leur environnement. En effet, l'incertitude relative aux conditions de production et aux activités projetées par les autres agents peut représenter un frein quant à la capacité de la firme à s'engager sur le long terme. Il s'agit pour les firmes d'élaborer ensemble leurs plans et de coordonner leurs activités économiques *ex ante* (Gardes Erize 2002).

De nombreux auteurs ont proposé une définition de la coopération ou des accords de coopération chacun selon sa sensibilité :

Selon (Mouline 1999) la coopération désigne les relations établies de façon durable entre firmes pour partager un ensemble de ressources, sans pour autant remettre en question leur autonomie. L'auteur propose alors de distinguer les transactions sur le marché de la coopération par le degré d'obligation que les parties acceptent.

Dans une approche juridique Mercadal et Janin (Mercadal et *al.* 1974) définissent les coopérations inter-entreprises comme des accords qui ont "pour objet la mise en oeuvre d'actions concertées". Les parties agissent sur une base d'égalité juridique, sans aucune soumission à l'une d'entre elles du fait de la confiance mutuelle et réciproque qui les anime.

Mariti et Smiley (Mariti et *al.* 1983) insistent sur la durée de l'action, la possibilité de la coopération informelle et sa grande diversité. Pour ces auteurs la coopération est "tout accord explicite conclu pour une longue durée entre deux ou plusieurs entreprises, les accords de coopération peuvent être conclu verbalement, encore que le plus souvent, ils soient formulés par écrit. Enfin, un accord de coopération peut se présenter sous des formes juridiques très diverses".

Pour Ricotta et Mariotti (Ricotta et *al.* 1986), la coopération inter-entreprise est tout accord "*officiel ou officieux que deux ou plusieurs entreprises concluent afin d'instaurer un certain*

degré de collaboration entre elles (et) qui comprend une prise de participation au capital ou à la création de nouvelles sociétés, aussi bien que des arrangements sans prise de participation". Cette définition en dépit du fait qu'elle exclut les acquisitions et fusions d'entreprises, semble déjà assez large et inclut un large éventail d'accords de coopération. La caractéristique majeure ici est que les liens noués entre entreprises n'entraînent pas la perte d'indépendance, car il y a coordination d'activités dans les domaines sélectionnés : ce sont des actions concertées.

Pour Célestin et El Oundou (Célestin et *al.* 2001) la coopération représente tout rapprochement entre plusieurs entreprises partenaires, par le biais d'un accord explicite plus ou moins formel permettant d'échanger des compétences diverses sur une période de temps donnée, en vue de pénétrer, se maintenir ou de développer une activité donnée, et ce tout en préservant chacune son indépendance.

Thoben et Jagdev (Thoben et *al.* 2001) définissent la coopération comme étant le fait de réaliser ou de travailler ensemble. Pour ces auteurs elle est matérialisée par un seul but : l'intérêt personnel.

Nous pouvons donc définir le terme coopération en génie industriel de deux manières (Thoben et *al.* 2001) :

- la coopération dans son sens large comprend tous les types de collaboration entre organisations participant à la vie économique ;

- la coopération dans son sens restreint caractérise l'étroite collaboration inter-organisationnelle d'organisations autonomes.

Il est donc clair que la coopération a des caractéristiques qui lui confèrent un statut totalement différent du marché et de la hiérarchie. A partir de toutes ces définitions il ressort que la coopération inter-entreprises peut s'établir, entre deux ou plusieurs entreprises, de façon durable, entraînant un partage de ressources et des actions concertées dans un climat de confiance mutuelle, tout en gardant leur indépendance et leur autonomie. Elle peut prendre diverses formes juridiques, et être formelle ou bien informelle.

II.2. Le projet de recherche GRECOPME (1997-2000)

Le projet GRECOPME (Groupement d'Entreprises Coopératives : Potentialités, Moyens, Evolutions) avait comme objectif d'analyser les phénomènes de mise en réseau de systèmes de production et d'identifier les corrélations entre distribution de compétences et performance industrielle du réseau.

Ce projet de recherche s'est intéressé à la fois aux processus de construction et d'évolution des structures en réseau, aux conventions qui régissent les principes de coopération et d'échanges et enfin aux moyens mis en œuvre pour piloter les réseaux.

L'analyse des enquêtes réalisées dans le cadre de ce projet de recherche sur des groupements d'entreprises de la région Rhône-Alpes a fait ressortir pour les chefs d'entreprises la difficulté de mesurer les enjeux et les risques liés au choix de la constitution d'une alliance. A la différence des gros groupes industriels, les PME et PMI ne peuvent s'appuyer sur des structures juridiques et financières pour rationaliser ce choix (GRECOPME I 2000). Face à

cette incertitude, les chefs d'entreprises se basent souvent lors de la constitution d'une alliance sur des hypothèses peu fiables de gains espérés ou estimés. Les risques encourus du fait de l'alliance sont rarement évalués de façon rationnelle. De la même façon ils ne disposent pas de méthodologies pour évaluer la performance de leur groupement, ce qui les rend plus hésitants pour poursuivre une démarche d'alliance. A la suite donc du constat de ce premier projet de recherche, le projet de recherche GRECOPME II (2000-2003) a été centré sur l'étude de groupements existants qui sont en phase de maturité et qui sont en attente d'outils et de méthodes de diagnostic pour évaluer leur performance.

II.3. Le projet de recherche GRECOPME II (2000-2003)

L'objectif final de ce projet de recherche était de concevoir un outil de diagnostic pour les groupements d'entreprises selon quatre facettes :

1. L'analyse des relations entre donneurs d'ordres, groupements et fournisseurs ;
2. L'organisation du système d'information communication ;
3. L'étude du système opérant, du système de pilotage et des indicateurs de performance ;
4. La gestion des compétences.

Pour cela il a été structuré autour de trois axes de recherche :

1. La définition d'un cadre général de modélisation des réseaux d'entreprises ;
2. L'étude des facteurs de stabilité et d'évolution ;
3. L'analyse des compétences et de l'innovation collaborative dans les réseaux.

Il était également prévu de construire un cadre de modélisation dont l'objectif était d'assurer l'intégration de l'ensemble de la démarche de diagnostic des groupements d'entreprises. Ce cadre de modélisation était destiné à assurer la cohérence entre les différents outils d'audit et de diagnostic de groupements développés. Il visait à fournir un support formel pour structurer l'ensemble de la démarche de diagnostic et pour faciliter l'utilisation opérationnelle des outils. Trois objectifs avaient été fixés pour ce cadre de modélisation (Burlat 2002) :

1. Assurer la mise en cohérence des bibliothèques de modèles. Rechercher une intégration au niveau conceptuel, qui vise avant tout à mettre en cohérence les concepts modélisés selon chacun des différents points de vue du diagnostic en identifiant leurs domaines de recouvrement conceptuels.

2. Développer un référentiel pour modéliser les trajectoires d'évolution des groupements d'entreprises. Ce référentiel visait à expliciter les trajectoires d'évolution usuelles des groupements d'entreprises. En effet, l'enjeu de la démarche de modélisation et de diagnostic est non seulement de fournir des modèles explicatifs de l'organisation existante, mais également de proposer des préconisations quant aux schémas pertinents

d'évolution de cette organisation, c'est-à-dire quant à ses trajectoires organisationnelles potentielles ou probables.

3. Proposer un cadre de modélisation général qui articule et intègre tous les éléments nécessaires au diagnostic des groupements. En s'appuyant sur les méthodologies existantes, il s'agissait de préconiser une démarche de modélisation spécifique au diagnostic des groupements d'entreprises.

Dans le cadre du second objectif, les travaux de P. Burlat (Burlat et *al.* 2001, Burlat 2002) ont contribué à concevoir un référentiel de modélisation des trajectoires organisationnelles de réseaux d'entreprises.

En effet, dans des réseaux de PME indépendantes la stratégie collective d'évolution n'est pas toujours formalisée. Il est donc difficile de décrire cette stratégie en termes de conception ou encore de planification pour orienter la démarche de diagnostic. En réalité, la stratégie semble plutôt émergée à partir des processus locaux de prises de décisions répartis entre les différentes entreprises du réseau. En ce sens, l'école de la configuration (Mintzberg et *al.* 1999) basée sur les concepts de configuration et de transformation, a paru assez adaptée pour décrire l'évolution d'un réseau (Burlat et *al.* 2002). Cette approche postule en effet qu'une entreprise peut se décrire comme une certaine configuration stable de ses caractéristiques : pendant une période de temps identifiable, elle adopte une forme particulière de structure, assortie à un type particulier de contexte qui l'amène à adopter des comportements spécifiques, et ces périodes de stabilité sont parfois interrompues par un processus de transformation vers une autre configuration. Dans le prolongement de cette approche, il a été proposé d'utiliser le concept de "*trajectoire organisationnelle*" pour décrire l'évolution d'un réseau d'entreprises selon une suite de configurations successives reliées entre elles par des transformations. Un cadre de modélisation à trois dimensions a émergé de ces travaux : deux de ses axes sont issus des théories de l'organisation industrielle et permettent de classer un réseau en fonction de la complémentarité de ses activités et de la proximité des compétences de ses membres. Un troisième axe est issu d'observations de terrain. Le rôle de ce modèle de trajectoires d'évolution des groupements d'entreprise est d'orienter l'ensemble de la démarche de diagnostic : les diagnostics approfondis ne sont pas déclenchés systématiquement selon chacun des quatre points de vue, mais sélectionnés en fonction d'une trajectoire prévisible.

Notre travail dans cette thèse, comme il a déjà été précisé précédemment, a été de développer, compléter et valider ce point de vue, mais aussi de construire une base mathématique pour formaliser les différents concepts mis en évidence.

II.4. Les travaux de thèse de S. Peillon

Ce travail de thèse s'est inscrit dans le cadre du programme de recherches GRECOPME présenté ci-dessus. Une partie de ce travail a été consacrée à une analyse empirique des groupements de PME, faisant un large usage des outils développés par les théories micro-économiques des organisations. La question posée était de savoir sur quels mécanismes se fonde la coordination inter-entreprises au sein des groupements. La recherche a donc porté sur les moyens mis en œuvre par les entreprises partenaires pour se coordonner efficacement. Le pilotage consistait à déployer un ensemble de modes de coordination, permettant aux partenaires de la coopération de limiter les risques potentiels qu'ils encourent et de maximiser

les bénéfices qu'ils sont susceptibles d'en retirer. Il en est ressorti aussi que le pilotage des coopérations inter-firmes présentait deux fonctions principales : la lutte contre l'opportunisme et la coordination technique des partenaires (Peillon 2001).

Deux types fondamentaux de groupement ont été identifiés par S. Peillon selon l'objectif de la coopération : les groupements de similitude et les groupements de complémentarité. De l'objectif assigné à la coopération découle la nature des activités qui doivent être mises en œuvre afin de parvenir à la réalisation du projet commun aux partenaires. Ces activités peuvent être similaires ou complémentaires. A partir de là, il a été montré que le pilotage des groupements de PME, visant à limiter les risques tout en essayant d'en optimiser les bénéfices – à travers la coordination technique des partenaires – est sensiblement différent selon que le groupement est de similitude ou de complémentarité.

II.4.1. Les groupements de similitude : un pilotage essentiellement contractuel

Dans le cas des groupements de similitude, le projet commun consiste globalement à obtenir des économies d'échelles dans une optique de réduction de coûts. La coopération concerne ainsi des activités similaires. Les entreprises groupent des moyens de même nature pour en économiser l'usage et/ou atteindre une taille critique.

Dans un groupement de similitude, la tâche à réaliser en coopération étant simple et nécessitant peu d'interactions, la coordination technique est relativement aisée. Elle se limite, en fait, à une coordination *stricto sensu*, une coordination cognitive n'étant généralement pas nécessaire à l'atteinte de l'objectif fixé. Par ailleurs, concernant l'opportunisme, le principal risque est celui de la surexploitation d'une ressource commune, fréquemment engendrée par les groupements de similitude.

La lutte contre l'opportunisme et la coordination technique peuvent être réalisées principalement à travers des mécanismes contractuels. Le pilotage des groupements de similitude, quelle que soit la nature de la coopération (horizontale, verticale ou intersectorielle) est donc essentiellement contractuel. Les mécanismes de coordination ont été presque complètement définis à la phase d'engagement de la coopération, la phase de réalisation de la coopération pouvant dès lors être pilotée "automatiquement", grâce aux mécanismes définis dans le contrat. Quant à la cessation de la coopération, elle peut également être prévue *ex ante*, se produisant lorsque l'objectif est atteint, les relations de coopération entre les PME retournant ensuite à des relations de marché.

II.4.2. Les groupements complémentaires : un pilotage nécessairement relationnel

Dans le cas des groupements complémentaires, le projet commun renvoie à une logique de recherche d'opportunités nouvelles, commerciales ou technologiques. Il s'agit de conquérir de nouveaux marchés, grâce à la proposition d'une offre globale ou d'une innovation commune. Le projet commun consiste alors à rapprocher les compétences et à créer des synergies entre les partenaires. Les activités des partenaires concernés par le processus de coopération sont donc fondamentalement complémentaires.

Les groupements complémentaires sont largement plus complexes que les groupements de similitude. Ils correspondent à un type de "co-production" de nouvelles ressources et/ou connaissances. Le problème est de définir des mécanismes de coordination *ex ante* mais aussi de faciliter l'apprentissage tout au long de la coopération.

Le pilotage des groupements complémentaires ne peut être fondé uniquement sur des mécanismes contractuels, mais nécessite d'avoir recours à des mécanismes extra-contractuels,

plus informels, seuls à même de favoriser l'apprentissage, qui constitue l'enjeu essentiel de ce type de groupements.

La tâche à réaliser en coopération est nécessairement complexe, car elle implique une combinaison de ressources et de compétences. En particulier, un groupement de complémentarité induit un accès et une création de compétences organisationnelles et/ou technologiques. Dès lors, la coordination technique et la réalisation de la tâche nécessitent de nombreuses interactions entre les partenaires. La coordination cognitive est essentielle, puisque l'atteinte de l'objectif même du groupement implique de développer de nouvelles connaissances et compétences. Du coté des risques, la gestion de l'opportunisme est elle aussi plus problématique que dans les groupements de similitude. En effet, dans les groupements complémentaires, les comportements de *free-riding*[4] prennent toute leur ampleur du fait que la coopération engendre souvent une production en équipe dans laquelle les contributions de chacun sont difficilement identifiables.

Le pilotage de groupements complémentaires ne peut être que relationnel. Les mécanismes contractuels, s'ils sont utiles voire indispensables, sont insuffisants pour assurer une coordination *stricto sensu* et une lutte contre l'opportunisme efficace. De plus, ces mécanismes ne sont d'aucune aide pour permettre une réelle coordination cognitive des partenaires, et peuvent même bloquer la création de compétences. Ainsi, si la phase d'engagement permet aux partenaires de définir plusieurs mécanismes contractuels de prévention de l'opportunisme et de coordination *stricto sensu*, la phase de mise en œuvre de la coopération nécessite et engendre des processus d'apprentissage qui rendent les mécanismes contractuels inadaptés voire nuisibles. Que ce soit afin de favoriser l'apprentissage ou de réduire les risques d'opportunisme, la coopération doit faire appel à un pilotage relationnel.

II.5. Typologie des groupements d'entreprises

Nous avons vu à travers les différents travaux présentés ci-dessus qu'il avait été nécessaire de construire une typologie de réseaux d'entreprises (GECOPME II). Cette typologie a pour but de permettre pour un réseau, non seulement, de sélectionner les outils de diagnostic adéquats pour évaluer sa performance, mais aussi, de servir de base pour le pilotage de sa trajectoire organisationnelle. Elle permet d'un autre coté de préconiser des modes de coordination privilégiés entre deux entreprises d'un même groupement. C'est une typologie basée sur les modes de coordination entre les différentes entreprises du réseau qui a finalement été retenue (Burlat et *al.* 2003). Cette typologie est basée sur les deux paramètres présentés plus haut : la complémentarité des activités et la similarité des compétences.

II.5.1. Analyse par les activités et les compétences

Coordonner des activés complémentaires

Des activités sont qualifiées de complémentaires si elles correspondent à différentes phases successives d'un processus de production, ou bien si elles constituent des étapes très interconnectées d'un même processus (comme par exemple les étapes de Marketing et de Recherche et Développement dans le cadre d'un processus d'innovation). La coordination de ces activités complémentaires constitue un problème de "design organisationnel", c'est-à-dire

[4] *Free rider* ou "passager clandestin", est un acteur qui profite d'un bien collectif issu d'une action politique d'un groupe social sans en supporter les coûts d'organisation. Le *free-riding* est le fait d'acquérir les compétences du partenaire-concurrent tout en protégeant les siennes.

un problème pour lequel les relations à mettre en place entre les activités pour assurer l'efficacité du système sont connues d'avance, et pour lequel les coûts entraînés par une mauvaise coordination sont très élevés (Milgrom et *al.* 1997). Le cas de la gestion d'un projet est un exemple de problème de design organisationnel : les méthodes de coordination (comité de direction, chef de projet, outils opérationnels de type PERT, …) sont bien connues, et le coût d'un retard dû à une mauvaise coordination est en général élevé (Burlat et *al.* 2003a). Les activités complémentaires nécessitent donc une étape préalable de planification *ex ante* de leur coordination. Cela signifie en particulier que l'on ne peut pas les coordonner par un simple mécanisme de prix et d'échange sur un marché. Par exemple, dans le cas d'un processus de production, il faut planifier à l'avance les quantités à fabriquer, et synchroniser les dates d'arrivée des sous-ensembles aux postes d'assemblage. Il faut également coordonner les spécifications de chaque sous-ensemble (en terme de dimension par exemple, mais aussi de fonctionnalités) pour que l'assemblage soit possible. Les exemples des architectures industrielles actuelles du secteur automobile montrent que cette coordination peut très bien s'effectuer dans un cadre de coopération inter-firmes, c'est-à-dire sans regrouper toutes ces activités au sein de la même entreprise (Monateri 2001). C'est en effet la configuration retenue par les constructeurs lorsqu'ils s'entourent de fournisseurs de premier rang, eux-mêmes assistés de fournisseurs de second rang. Dans ce cas, la synchronisation temporelle entre le donneur d'ordres et son fournisseur sera par exemple assurée par des mécanismes de livraison synchrone ou même de production synchrone supportés par des systèmes kanban (Benyoucef et *al.* 2001). Ces activités, bien que fortement complémentaires sont donc coordonnées ici par des mécanismes de coopération au sein d'un réseau de deux ou plusieurs entreprises.

Des compétences similaires

Pour préciser ce qui doit être coordonné par une direction hiérarchique à l'intérieur d'une entreprise, il convient à présent de s'intéresser aux compétences requises pour réaliser ces activités. Par compétence, nous entendrons ici l'aptitude à assurer la mise en œuvre coordonnée de ressources, de manière à atteindre les objectifs de l'entreprise (Sanchez et *al.* 1996). Il existe un large panel de définitions de la compétence dans la littérature. Pour résumer et synthétiser les différents points de vue nous donnons ici une définition de X. Boucher (Boucher 1999) : "*Nous considérons qu'une compétence est une aptitude sans cesse reconstruite d'un acteur, à mobiliser de manière efficiente un certain nombre de ressources immatérielles qu'il a intériorisées (connaissances, aptitudes psychologiques et sociales,…) et de ressources matérielles de son environnement (outils, instruments, sources d'informations, etc…), pour répondre aux objectifs et au contexte propres à une situation professionnelle*."

Pour des raisons d'efficacité, les entreprises ont tendance à se centrer sur les activités qui requièrent un noyau de compétences (core competencies) et externalisent les autres activités (Thoben et *al.* 2001), ce qui définit leur métier de base. En effet, regrouper au sein d'une même entreprise des compétences métiers trop variées est coûteux en terme de management : cela induit des coûts de savoir-faire (production, utilisation et maintenance du savoir-faire) bien identifiés par la théorie des coûts de transaction (Williamson 1985). Ainsi, la proximité[5] de compétences est un argument qui milite pour une coordination hiérarchique, tandis que l'éloignement des compétences incite à une coordination par le marché[6].

[5] Pour notre part, des compétences seront qualifiées de proches si elles correspondent aux mêmes métiers (Plasturgie, Mécanique, Electricité, …)

[6] G. B. Richardson analysait les "activités similaires", c'est à dire les activités requérant des compétences proches. Nous préférons parler directement ici de "compétences similaires".

II.5.2. Typologie des réseaux selon une analyse par activités et compétences

Les modes de coordination industriels peuvent donc s'analyser selon deux critères : la complémentarité des activités et la similarité des compétences. Quand des activités sont complémentaires et font appel à des compétences similaires, la forme de coordination la plus efficace de ces activités semble être la direction hiérarchique au sein d'une firme. En revanche, quand des activités sont complémentaires et que les compétences sont non similaires, le mode de coordination le plus fréquent est la coopération inter-firmes (firme-réseau ou réseau de firmes). Ce type de coopération inter-firmes est nommé "Réseau Proactif" (Burlat et *al.* 2003), car les entreprises travaillent ensemble le long de la chaîne de valeur pour anticiper les besoins du marché, et ajouter de la valeur au service ou produit final. Ce type de réseau présente donc une forte valeur ajoutée et souvent un haut degré d'innovation. Les autres cas sont généralement coordonnés par le marché. L'approche de G. B. Richardson est toutefois complétée en distinguant le cas d'une coordination par des réseaux qualifiés de "Réactif"[7] : cela correspond à des activités non complémentaires impliquant des compétences similaires (Burlat et *al.* 2003). Nous avons par exemple observé des réseaux d'achat qui correspondent à cette situation. Ces réseaux réactifs sont souvent formés pour répondre à des motivations relatives à une réduction de coût par l'atteinte d'une taille optimale (Peillon, 2001). Parmi ces types de réseaux, qui visent à apporter une réponse collective aux contraintes et changements de l'environnement économique, on peut par exemple citer le partage de ressources (investissement de machines en commun) ou la centralisation de fonction (centrale d'achat, embauche d'un qualiticien).

Le tableau suivant résume l'analyse exposée ci-dessus :

	Activités non complémentaires	**Activités complémentaires**
Compétences non similaires	MARCHE	RESEAU PROACTIF
Compétences similaires	RESEAU REACTIF	FIRME

Tableau II-1 : Typologie des réseaux selon une analyse par activités et compétences

Cette approche basée sur les activités et les compétences nous a permis de construire un plan d'analyse des modes de coordination selon les axes Marché vs Firme et Réseaux Proactifs vs Réseaux Réactifs :

[7] Dans les travaux précédents (Peillon 2001, Burlat 2003) ce type de réseau était nommé "Réseau Défensif". Cependant après une réflexion collective nous avons nommé ce type de réseau "Réactif" plutôt que "Défensif", car des caractéristiques de réactivités sont plus aptes à refléter les objectifs visés par les entreprises travaillant dans ce type de réseau.

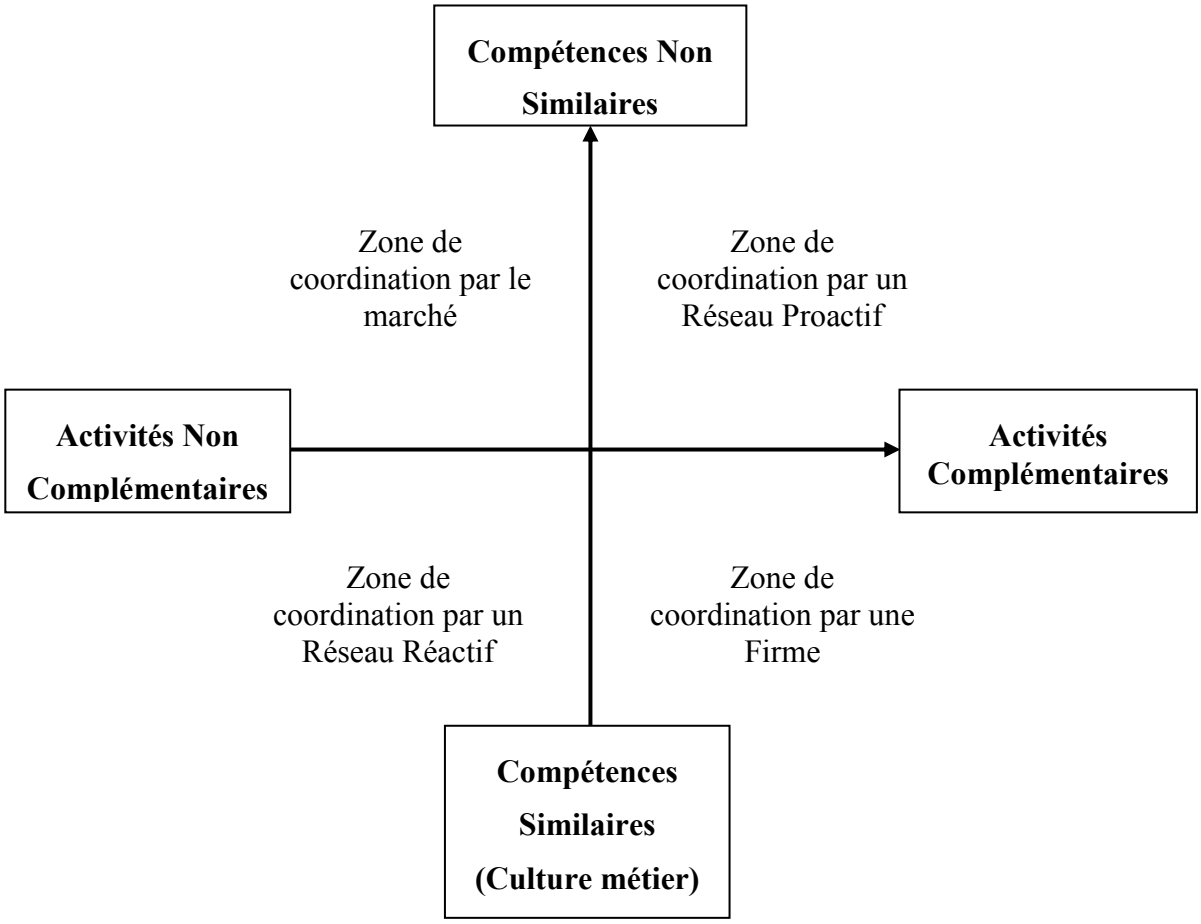


Figure II-1 : Référentiel des modes de coordination selon les activités et les compétences

Cette typologie permet donc de préconiser des modes de coordination privilégiés entre deux entreprises d'un même réseau. Ainsi, deux entreprises ayant des activités complémentaires et des compétences similaires auront intérêt à mettre en place entre elles des liens de type Réseau Proactif. Nous donnons dans ce qui suit deux exemples de deux réseaux l'un Réactif et l'autre Proactif. Ces exemples sont tirés d'une étude de terrain et de cas industriel observés (Burlat et *al.* 2003).

Cas d'un Réseau Réactif

Cet exemple concerne un réseau d'achat de quatre entreprises du secteur de la métallurgie, toutes issues du métier de la tôlerie. Le dirigeant de l'une des entreprises de ce réseau estime que pour une PME, il est difficile de mener une politique d'achat rentable si elle n'est pas en position de négocier. Individuellement, elle n'en a pas les moyens. Et en général, c'est le dirigeant qui s'en occupe sans avoir vraiment le temps de le faire bien. La seule solution, c'est de se regrouper pour rémunérer un professionnel de haut niveau, capable de développer une vraie stratégie de négociation. Ce point de vue témoigne du caractère Réactif de cette alliance qui vise à réduire les coûts et à atteindre une taille critique suffisante pour rétablir un équilibre dans la relation avec les fournisseurs.

Les activités non complémentaires de chacune de ces entreprises ont permis de dépasser les risques liés à l'alliance : caractère stratégique de la fonction achat, fuite d'informations sur les

conditions d'achat, concurrence déloyale, risque d'opportunisme. L'analyse du réseau a montré que le partage d'une culture métier et l'existence de besoins matières analogues (compétences similaires) ont facilité la mise en place progressive de la structure commune. La compétence attendue d'un acheteur a été définie de façon coopérative en distinguant puis en rationalisant la fonction approvisionnement propre à chacune des entreprises (Burlat et *al.* 2003).

Cas d'un Réseau Proactif

Cet exemple est celui d'un réseau créé avec l'objectif initial de promouvoir un système d'échanges de données qui s'appuie sur des solutions technologiques adaptées passant par un effort de standardisation des documents et des informations requises pour chaque chantier. Il regroupe plusieurs entreprises et acteurs travaillant dans le domaine du bâtiment : architectes, bureaux d'études, la Direction Régionale de l'Equipement, des maîtres d'ouvrage.

L'échange de données informatisées (EDI) est mal adapté au BTP car elle nécessite un effort de formalisation qui s'avère incompatible avec la faible durée des liens créés. Les partenaires ont donc mené des réflexions sur la standardisation des échanges via Internet, et ont recherché les possibilités de travail collaboratif leur permettant une meilleure coordination pour tous les processus liés à l'acte de construire, de l'élaboration d'une réponse commune à un appel d'offres, jusqu'aux processus de suivi de chantiers. Les partenaires disposent pour cela de compétences non similaires (mécanique, électricité, tôlerie, études et conceptions, administrations…) et réalisent les activités complémentaires du processus de construction (fabriquer, étudier, gérer…). Les résultats espérés sont une diminution des charges de chantier, un gain en productivité et surtout l'accès à de nouvelles parts de marché pour les PME du secteur face aux gros donneurs d'ordres (Burlat et *al.* 2003).

II.6. Discussions

Bien sûr une telle typologie est une modélisation restrictive des groupements d'entreprises, de la diversité de la coopération inter-entreprises, et des facteurs incitant les firmes à coopérer. La complémentarité des activés et la similarité des compétences ne sont pas les seuls facteurs influant les relations inter-entreprises dans un réseau. Dans les cas pratiques d'autres facteurs internes ou externes aux entreprises peuvent avoir un poids plus au moins important dans l'explication de la coopération entre deux entreprises (Benali et *al.* 2005). La typologie présentée dans le tableau II-1 n'est pas un cadre destiné à déterminer de façon absolue les relations à construire dans le cadre de coopération inter-entreprises. C'est plutôt une méthode pour détecter des relations potentielles entre les entreprises d'un réseau. La typologie proposée représente donc une base pour identifier des liens potentiels entre les entreprises d'un réseau.

La coopération inter-entreprises n'est bien sûr pas exempte de risques et d'inconvénients, et de certains conflits dont les conséquences peuvent être importantes, non seulement pour l'alliance mais aussi pour les entreprises impliquées (Menguzzato-Boulard et *al.* 2003). Parfois des caractéristiques organisationnelles différentes peuvent prendre le pas sur les concepts de complémentarité des activités et de similarité des compétences. Ainsi certaines firmes, de part leurs particularités, peuvent être réticentes à l'idée de nouer des alliances et à transformer des coopérations ponctuelles en coopérations plus stables et plus structurées.

Tout comme l'environnement de l'entreprise peut changer, sa structure interne peut évoluer dans le temps en gardant les mêmes compétences et les mêmes familles de produits. Un

changement interne (par exemple le départ en retraite d'un dirigeant, ou un changement de site de production …) peut influer sur les coopérations de l'entreprise avec ses partenaires de manière négative ou positive. Ces changements sont des facteurs qui jouent sur des paramètres comme la confiance ou la proximité entre deux entreprises, qui sont des paramètres jouant un rôle important dans une relation inter-entreprises. Ils peuvent, au-delà des deux concepts de complémentarité des activités et de similarité des compétences, accélérer, freiner ou détruire une démarche de coopération.

Dans ce qui suit nous allons discuter et intégrer ces facteurs qui peuvent influencer la coopération inter-entreprises. Nous appellerons ces facteurs "Paramètres Contingents". Un certain nombre de paramètres contingents ont été identifiés dans la littérature et ont fait l'objet d'études pratiques sur le terrain.

II.7. Paramètres contingents

Outre la complémentarité des activités et la similarité des compétences, les conditions du succès d'une coopération dépendent également d'autres facteurs à ne pas négliger. Nombre de travaux dans la littérature se sont intéressés à un ou plusieurs de ces paramètres, qui influent sur la coopération avec plus ou moins d'intensité. Ces travaux sont issus de domaines différents suivant les paramètres : des sciences de gestion, du génie industriel, des sciences social ou du management. Nous nous sommes donc basés sur tous ces travaux indépendamment du domaine d'étude, et avons classé les paramètres identifiés selon trois catégories : les paramètres internes, les proximités, et les paramètres relationnels.

Une partie de ces paramètres a été observée lors de la phase d'intégration d'un processus de fusion/acquisition. Cette phase d'intégration a été définie comme étant un processus graduel au cours duquel les individus des deux organisations apprennent à travailler ensemble et coopèrent afin de transférer leur ressources stratégiques[8] (Haspeslagh et *al*. 1991).

II.7.1. Paramètres internes

Les paramètres internes à l'entreprise représentent les caractéristiques et spécificités de cette entreprise. Ces caractéristiques peuvent influencer les capacités de l'entreprise à développer des coopérations fortes et durables avec ses partenaires. L'influence de ces paramètres est souvent plus marquée dans le cas des petites entreprises.

Nature de la propriété

Par nature de la propriété nous voulons exprimer le caractère familial ou non de l'entreprise. Les entreprises familiales peuvent être définies comme étant des entreprises dirigées par les membres d'une même famille qui exercent un très fort contrôle financier et/ou managérial (Ward et *al.* 1990). Les différences entre les entreprises familiales et les autres ne sont pas nécessairement positives ou négatives pour les entreprise familiales, mais elles peuvent avoir un impact considérable sur les processus de prises de décisions stratégiques et ainsi sur les résultats de ces firmes (Gudmundson et *al.* 1999). Les entreprises familiales représentent 85% du tissu industriel européen et 90% aux Etats Unis (Burns et *al.* 1996, Shanker et *al.* 1996). Beaucoup de travaux se sont donc penchés sur cette forme de

[8] Le terme "Ressources Stratégiques" fait allusion à l'ensemble des compétences opérationnelles, fonctionnelles et managériales ainsi que les différents avantages détenus par les deux entreprises.

gouvernance d'entreprise, et ses spécificités, notamment dans la revue spécialisée dans l'entreprise familiale (*Family Business Review*).

L'entreprise familiale possède certaines caractéristiques qui la différencie des autres (Donckels et *al.* 1991). Ces caractéristiques influencent la stratégie de ces entreprises et aussi leur implication dans la coopération inter-entreprises. Parmi ces caractéristiques nous pouvons citer : une orientation "intérieure" (Cohen et *al.* 1974) ; une croissance lente et une faible participation au marché global (Gallo 1993) ; l'importance de l'harmonie familiale (Trostel et *al.* 1982) ; l'existence de générations des dirigeants (Ward 1988). Les résultats d'une enquête (Donckels et *al.* 1991) sur les objectifs et les comportements stratégiques de PME en Europe, et les attitudes et valeurs de leurs dirigeants, ont fait ressortir des différences notables dans le comportement stratégique en fonction de la nature de la propriété : essentiellement les entreprises familiales ont une croissance faible et maîtrisée, un besoin de petits réseaux socio-économiques, et un comportement stratégiques plus conservateur.

En ce sens, pour les dirigeants membres de la famille propriétaire, contrôler le futur de l'entreprise et préserver l'autonomie stratégique sont des priorités (Kets de Vries 1993); l'objectif d'indépendance est un objectif principal passant même avant l'objectif de croissance (Catry et *al.* 1996). Ainsi parfois les dirigeants préfèrent renoncer à la croissance si celle ci risque de menacer le contrôle de l'entreprise.

Les entreprises familiales ont une forte culture organisationnelle avec un ensemble de valeurs et de routines très enracinées qui peuvent entrer en conflit avec d'autres styles de management et d'autres cultures organisationnelles. Ces valeurs et traditions peuvent constituer des barrières au changement organisationnel et à la coopération inter-entreprises ou du moins à une forte coopération (Miles et *al.* 1994, Kets de Vries 1993, Kets de Vries, 1996).

La nature de la propriété peut donc jouer un rôle dans la coopération entre deux entreprises. Si l'une de ces deux entreprises est familiale (ou même les deux) cela peut freiner considérablement la coopération et même la faire échouer au bout d'un moment quand par exemple elle menace l'indépendance ou le contrôle de l'entreprise familiale.

Cependant, la coopération reste une option stratégique souvent indispensable dans l'économie moderne pour les entreprises qu'elles soient familiales ou pas. Elle permet de développer des stratégies de croissance sans perdre l'indépendance et l'autonomie (Killing 1988, Jarillo 1989). Il est vrai que la croissance externe[9] et particulièrement les fusions/acquisitions, sont des options peu envisageables dans le cas de ces entreprises. Dans ce cadre, la coopération inter-entreprises peut représenter un moyen plus rapide et plus efficace de croissance que le développement interne qui en plus permet de conserver une indépendance.

Finalement, le caractère familial d'une entreprise peut jouer un rôle de frein à la coopération. L'échec ou le non-aboutissement d'une alliance pourra être expliqué par le caractère familial de l'une des entreprises entrant dans le processus de coopération.

Taille de l'entreprise

La coopération offre au PME/PMI une alternative à la croissance interne ou externe, avec l'avantage de partager les risques. De plus elle permet de ne pas renoncer à la flexibilité qui

[9] Modalité de développement qui implique plusieurs entreprises, qui aboutit à un transfert d'actifs existants, d'un acteur vers un autre, et se traduit finalement par une acquisition/cession de droits de propriétés. La croissance est interne si elle résulte de l'acquisition de nouveaux biens de production et elle est externe si elle provient de prises de participation et de regroupements d'entreprises. Juridiquement, elle peut prendre la forme de fusion, absorption, fusion-scission, apport partiel d'actifs.

caractérise la petite taille, ni au contrôle comme cela serait le cas avec la croissance externe. Cependant beaucoup de travaux se sont intéressés à la relation entre la taille de l'entreprise et sa propension à la coopération inter-entreprises (Kogut et *al.* 1988, Gomes-Casseres 1990, Menguzzato-Boulard et *al.* 2003, Mutinelli et *al.* 1998). Les travaux de (Doz 1988), sur les partenariats technologiques entre firmes de tailles différentes, ont fait ressortir que plus une firme est de taille importante, plus elle aura une capacité humaine et financière pour s'investir dans des coopérations et les moyens pour investir dans des projets qui ne sont pas véritablement "stratégiques". En revanche, les PME interviennent surtout sur des projets qui se situent au centre de leur activité et pour lesquels leur objectif de création de ressources est élevé.

Une enquête réalisée par le Ministère de l'Equipement et des Transports note que le recours à la coopération inter-entreprises est très différent selon la taille. Il s'est avéré que 16% des entreprises de moins de 10 salariés ont une ou plusieurs relations de coopération (cette proportion s'élève à 57 % pour les entreprises d'au moins 20 salariés et à 80 % pour les entreprises d'au moins 200 salariés), mais aussi que 72% des très petites entreprises qui n'ont pas de relations de coopération s'estiment trop petites pour en avoir (Ministère 2004).

Nous pouvons donc considérer que plus une entreprise est de grande taille plus elle a des facilités à recourir à la coopération inter-entreprises, grâce à un ensemble de ressources et compétences plus conséquent mais aussi par sa capacité à faire face aux adaptations organisationnelles requises.

Degré d'internationalisation

L'internationalisation n'est plus une caractéristique des grandes entreprises. Les PME sont de plus en plus nombreuses à considérer que leur "marché" est international, et non plus seulement local, régional ou national.

Les entreprises qui exportent ou qui ont des accords de coopération internationale acquièrent de l'expérience et du savoir-faire dans la gestion du portefeuille de coopération. Elles trouvent plus d'aisance à s'impliquer et s'investir dans la coopération.

Degré de diversification

Souvent, les entreprises diversifiées sont plus aptes à découvrir de nouvelles opportunités de coopération en combinant certaines de leurs capacités avec d'autres complémentaires, car elles possèdent un large ensemble de ressources et compétences (Yip 1982, Chang et *al.* 1999). Plus une entreprise est diversifiée (possède un large panel d'activités), plus elle fait appel à la coopération inter-entreprises pour diminuer les coûts de coordination dus à l'existence d'information asymétrique[10] (Balakrishnan et *al.* 1993). De ce fait l'entreprise diversifiée acquiert une large expérience dans la coopération inter-entreprises, et peut ainsi trouver plus d'aisance à développer des alliances.

La diversification a fait l'objet d'études empiriques (Menguzzato-Boulard et *al.* 2003). Les résultats de ces études ont conclu que la diversification n'est pas un paramètre déterministe

[10] L'information asymétrique c'est quand certaines parties en savent plus que d'autres, ce qui affecte les transactions économiques. L'exemple classique est celui du marché des voitures d'occasion. Souvent le vendeur en sait bien plus sur la qualité de la voiture que l'acheteur. Mais il peut avoir des problèmes de crédibilité quand il annonce la véritable valeur du véhicule. Il en résulte que, souvent, l'acheteur négocie le prix pour tenir compte de cette incertitude sur la qualité.

mais plutôt explicatif dans certains cas où la coopération ne se développe pas rapidement ou bien échoue en raison d'une mauvaise gestion.

Capacité Organisationnelle

Les capacités organisationnelles sont "*les capacités d'une entreprise pour organiser, manager, coordonner ou diriger un certain ensemble d'activités*" (Teec et *al.* 1992). Le développement et le management de la coopération font appel à des capacités organisationnelles spécifiques. Les interactions entre partenaires dans un réseau posent des problèmes aux entreprises et ils y répondront selon leurs capacités organisationnelles actuelles. Si elles ne sont pas pertinentes et efficaces, les entreprises développeront de nouvelles et adapteront leur organisation et leur management (Wacheux 1996). Dans ce second cas, le processus d'apprentissage pour créer ces nouvelles capacités sera "*path dependent",* c'est-à-dire sera fonction des capacités que l'entreprise possède et de leur proximité avec les nouvelles capacités à développer. Quand une entreprise décide de recourir à la coopération inter-entreprises ou de développer son portefeuille de partenaires, les capacités organisationnelles faciliteront, freineront ou empêcheront la réalisation de ces coopérations (Arregle et *al.* 1998). Une étude empirique de (Arregle et *al.* 1998) a fait ressortir que les capacités organisationnelles ont un impact sur le nombre de partenaires, et que le partage de ressources, la décentralisation, et la divisionalisation sont des capacités organisationnelles pertinentes pour la création et la gestion des alliances.

II.7.2. Paramètres relationnels

Ces paramètres intègrent des dimensions personnelles. Les relations inter-organisationnelles étant incarnées par des individus, le facteur humain joue donc un rôle important, dans la réussite du partenariat. Les relations personnelles et les contacts réguliers, par exemple au niveau des directions générales et des responsables de projet de haut niveau, ne doivent pas être ignorés dans l'analyse des coopérations. Quand deux dirigeants d'entreprises ne s'entendent pas, cela peut faire échouer ou du moins freiner le développement d'une coopération malgré la forte complémentarité entre leurs entreprises respectives. Le paramètre relationnel le plus utilisé et le plus important est la confiance. Il intègre le reste des paramètres relationnels qui jouent un rôle dans le développement et la dynamique de la confiance dans une coopération.

La confiance (mutuelle)

La confiance est reconnue comme un élément fondamental de la vie économique, aussi bien dans un niveau général que dans une analyse plus détaillée des diverses formes organisationnelles, la sous-traitance (Lorentz 1988, Baudry 1992), les alliances inter-entreprises (Harrigan 1987, Ring et *al.* 1992, Brulhart et *al.* 2003, Thoben et *al.* 2001, Williamson 1993), les districts industriels (Piore et *al.* 1984, Pyke et *al.* 1990).

Des réseaux avec un haut degré de confiances entre les partenaires sont plus efficaces et opèrent généralement à un haut niveau de satisfaction et de performance (Smith et *al.* 1997). La confiance a été définie dans (Ring et *al.* 1992) à travers deux composantes complémentaires :

1. La crédibilité ou prédictibilité qui traduit la possibilité d'anticiper le comportement du partenaire

2. La bienveillance, c'est-à-dire la possibilité d'anticiper raisonnablement que le partenaire se comportera de manière honnête et qu'il ne se livrera pas à des comportements malhonnêtes (free rider, opportunisme) même si cela est (ou semble être) dans son intérêt.

La confiance permet donc d'éviter des risques de comportement opportuniste, accroît les facilités et possibilité d'adaptation des partenaires face aux incertitudes et aux changements environnementaux (Brulhart et *al.* 2003, Buttery et *al.* 1994), réduit les coûts de transactions (et plus spécifiquement les coûts de surveillance et de contrôle) (Dyer 1997, Reve 1990), accroît la flexibilité et la réactivité organisationnelle. Ainsi la confiance et souvent considérée comme un pré-requis pour le succès d'une coopération dans un réseau d'entreprises (Thoben et *al.* 2001).

La confiance joue donc un rôle d'accélérateur ou de frein à la coopération. Le degré de confiance entre partenaires augmente en général avec le temps dans une coopération, mais il peut aussi diminuer jusqu'à devenir critique. Cette dynamique de la confiance dépend de plusieurs facteurs parmi lesquelles on peut citer :

- La fréquence des contacts et interactions humaines (Mothe et *al.* 1997, Wolf 1995) ;
- Le degré d'engagement des partenaires dans la relation (Currall et *al.* 1995, Wolf 1995, Mothe et *al.* 1997) ;
- Les engagements financiers mutuels (Mothe et *al.* 1997, Wolf 1995) ;
- La réputation du partenaire (Brousseau et *al.* 1997, Milgrom et *al.* 1995) ;
- La connaissance passée de l'autre (Thorelli 1986, Brousseau et *al.* 1997, Smith et *al.* 1997) ;
- La taille du réseau ou nombre de partenaires (Arregle et *al.* 1998, Smith et *al.* 1997, Alter et *al.* 1993).

Ces différents aspects sont interdépendants : par exemple plus on connaît le partenaire (par des échanges passés ponctuels) plus il a bonne (confiance) ou mauvaise réputation (méfiance). Nous allons dans ce qui suit expliquer brièvement quelques-uns de ces différents paramètres.

Degré d'engagement dans la relation

L'engagement ou l'implication d'une entreprise dans les coopérations avec ses partenaires est une condition importante de leur succès. Cet engagement peut constituer un signal pour l'établissement de relations stables de long terme (Mothe et *al.* 1997, Osborn et *al.*

1990). Il traduit une volonté[11] des entreprises partenaires de mener à bien le partenariat, et dans le cas d'un Réseau Proactif par exemple, de faciliter le développement technique et/ou le développement de nouveaux produits ou services (Doz et *al.* 1988). (Cohen et *al.* 1990, Mothe et *al.* 1997) expliquent que la capacité d'apprentissage et d'exploitation des firmes partenaires varie en fonction de leur motivation et de leur implication dans le projet de coopération. Il est clair que les intérêts respectifs des entreprises dans un réseau sont différents, et les motivations ne seront pas les mêmes selon que l'activité concernée par la coopération est "stratégique" ou non pour la firme. Mais il faut noter que souvent les PME font appel à la coopération surtout sur des aspects qui se situent au centre de leur activité et pour lesquels leur objectif de création de ressources est élevé (Mothe et *al.* 1997), Enfin, la taille joue un rôle dans le degré d'implication de l'entreprise dans la coopération, et notamment dans le cas d'un engagement financier.

Engagements financiers mutuels

L'absence d'engagements et de liens financiers ou matériels (Participation en capital, argent, biens d'équipement, terrains, bâtiments, …) mutuels contribue à renforcer un climat de méfiance "*Sans engagement financier pas de confiance*" (Wolf 1995). Dans son étude sur les partenariats technologiques entre firmes de tailles différentes (Doz 1988) a affirmé que plus une firme est de taille importante, plus elle aura une capacité humaine et financière pour s'investir dans la coopération - et les moyens pour investir dans des projets coopératifs qui ne sont pas véritablement "stratégiques". Cependant cet engagement est souvent graduel. Ce qui n'est pas le cas pour les PME, qui elles s'intéressent à des coopérations qui touchent leur cœur de métier ou activités principales, et l'engagement est plutôt mitigé quand il s'agit d'activités secondaires.

La fréquence des contacts

Une coopération sans contacts humains laisse régner un climat de méfiance. Le contact en face-à-face est important pour connaître mieux son partenaire et aide à développer des "inclusions sociales" (Ring et *al.* 1992) et un climat de confiance mutuelle. Dans une forte coopération où il y a du développement et de l'innovation technologiques, les individus ont besoin d'interagir pour développer de nouvelles idées, identifier les problèmes et trouver des solutions pour les résoudre en commun (Osborn et *al.* 1985). L'intensité de ces interactions peut ainsi contribuer à la création de savoirs et de connaissances communes, d'un langage semblable, voire au partage d'une vision stratégique (Mothe et *al.* 1997).

Le degré de confiance est étroitement lié avec la fréquence des rencontres entre partenaires au début de la coopération. A l'inverse ne pas se rencontrer peut affecter le climat de confiance mutuelle et ainsi avoir un effet négatif sur la coopération elle même.

Connaissance passée du partenaire

Quand on envisage de nouer une relation durable et stable avec un partenaire, il est important d'évaluer sa personnalité, son sérieux, ses capacités, et toutes les caractéristiques qui aident à prévoir son comportement et à instaurer un climat de confiance. S'appuyer sur des expériences de relations antérieures avec ce partenaire facilite cette évaluation. On a déjà testé son comportement, ses capacités collaboratives, sa façon de travailler, et il est donc plus

[11] Les publications anglo-saxonnes parlent de "Willingness" que l'on peut traduire par la bonne volonté de travailler ensemble (Currall et *al.* 1995, Blomqvist et *al.* 2000)

facile de s'engager et de faire confiance à un partenaire que l'on connaît qu'à un autre dont on connaît rien.

Taille du réseau ou nombre de partenaires

Quelques travaux se sont intéressés à la relation entre le nombre de membres dans un réseau (taille du réseau) et le degré total de la confiance (Smith et *al.* 1997, Alter et al. 1993). Ils concluent que "*beaucoup de liens réduit les possibilités d'avoir des liens forts*". Cependant un grand nombre de partenaires agit positivement sur le développement des capacités collaboratives (Arregle et *al.* 1998).

II.7.3. Les proximités

Le concept de proximité a représenté cette dernière décennie un courant d'étude, notamment par la création du groupe de recherche "*dynamique de proximité*", qui a donné lieu a une littérature abondante. Nous n'allons pas entrer dans le détail des différents courants de recherche dans ce domaine sur l'interdépendance des différentes proximités ou sur leur hiérarchie d'influence. Nous tenterons de synthétiser les écrits existants qui nous intéressent, et d'identifier et de présenter les différentes proximités et leur influence sur la coopération dans le cadre de notre analyse. Pour plus de détails sur les différents courants de recherche le lecteur peut se référer aux écrits de J. P. Gilly et Y. Lung (Gilly et *al.* 2004).

Dans la littérature, la notion de proximité renvoie à de nombreuses catégories et problématiques : Milieux Innovateurs (Aydalot 1986), Systèmes Productifs Localisés (Maillat 1998), Districts italiens (Pyke et *al.* 1990, Courlet et *al.* 1986, Courlet 1987), Clusters anglo-saxons (Grabher 1993, Curzio et *al.* 2002), ainsi qu'à plusieurs disciplines (économie, géographie, sociologie, gestion). L'approche en termes de proximité repose sur l'idée partagée que l'espace n'est pas neutre et qu'il ne doit pas rester "un parent pauvre" de l'analyse économique (Gilly et *al.* 2004). De ce fait nous introduisons cette notion dans notre analyse, car elle peut jouer un rôle important sur le mode de coordination et sur sa pérennité. La proximité, notamment géographique et relationnelle, peut favoriser l'émergence et le développement de la coopération comme cela a été le cas dans les districts industriels italiens (Pyke et *al.* 1990). La proximité ne permet pas de conclure à des formes de coordination élaborées, mais elle permet parfois de grandes avancées en ce qui concerne les raisons des absences, échecs, ou stagnation de coordination.

La notion de proximité peut revêtir différents aspects (figure II-2). Dans les différentes définitions de la proximité nous pouvons extraire deux grandes familles de proximités : spatiales et non spatiales. *"La notion de proximité s'inscrit dans une conception de la réalité économique, comme de la réalité sociale, essentiellement relationnelle. Elle renvoie à la fois à la séparation, économique ou géographique, des acteurs (individuels ou collectifs), détenteurs de ressources différentes et aux relations qui les rapprochent (et/ou les éloignent) dans la résolution d'un problème économique (production d'un bien, innovation technologique,…)"* (Gilly et *al.* 2000). D'une manière générale, *"le concept de proximité renvoie à l'hypothèse de base d'une séparation, économique ou géographique, entre agents, et donc à leur éloignement plus ou moins fort"* (Gilly et *al.* 2000).

La proximité spatiale, essentiellement géographique (concentration spatiale des firmes), a fait l'objet en économie régionale des premières publications dans ce domaine s'intéressant à l'explication des modes de production alternatifs tels que les districts industriels (Pyke et *al.* 1990), les milieux innovateurs (Aydalot 1986) et d'autres formes de systèmes de production localisés. Des analyses plus récentes ont mis l'accent sur le contenu non uniquement spatial

du concept de proximité (Burmeister 2000). La proximité dans les systèmes de production inclut des aspects organisationnels, institutionnels et culturels (Lundvall 1992, Bellet et *al*. 1993, Burlat et *al.* 2002). Bien que les différents aspects soient indissociables dans la réalité, nous pouvons opposer analytiquement la proximité spatiale, d'un côté, et la proximité non spatiale (organisée, construite) de l'autre (Rallet 1999, Burmeister 2000). Ce découpage est illustré dans la figure II-2.

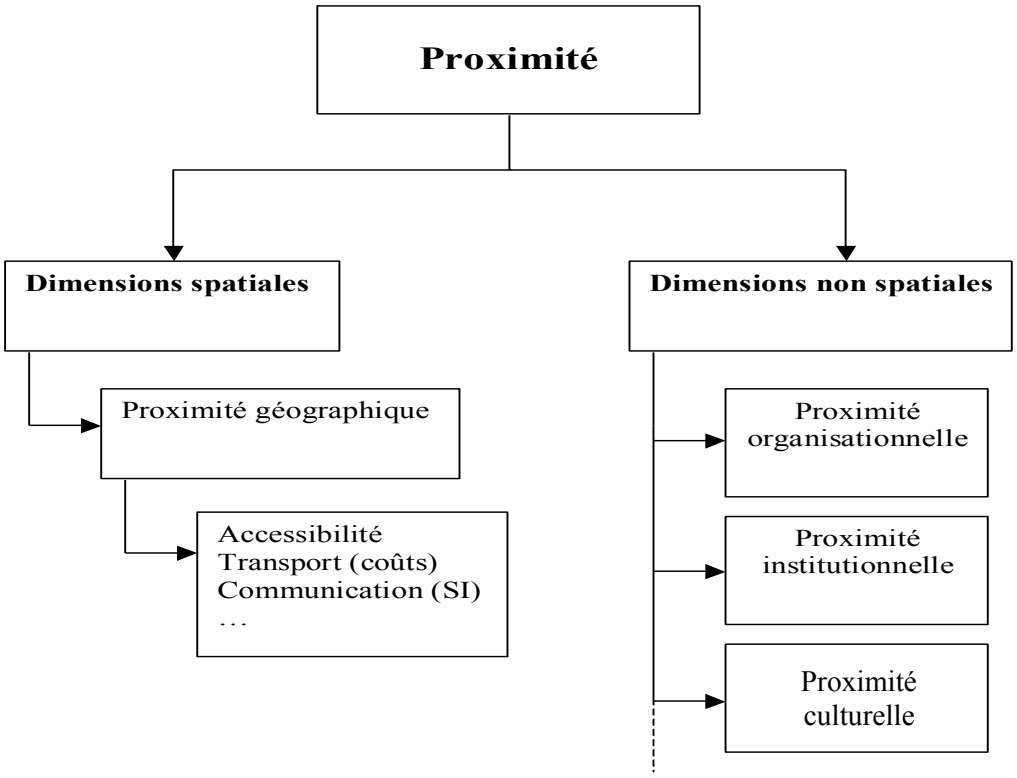


Figure II-2 : Les proximités entre entreprises

Proximité géographique

La proximité géographique ne reflète pas qu'un éloignement physique entre les acteurs économiques, mais fait aussi entrer en jeu des notions d'accessibilité, de coût et de temps de transport : "*la proximité géographique est définie par la distance itinéraire, fonctionnellement exprimée en coût ou/et en temps, elle est évidemment dépendante des infrastructures et services de transport*" (Rallet 2002). La proximité géographique peut ainsi être évaluée par le biais de grandeurs spatiales, temporelles ou encore spatio-temporelles, sachant qu'elle tient également compte des infrastructures et technologies créées par l'homme dans la perspective d'un rapprochement spatial ou temporel : les infrastructures publiques, les nouvelles technologies, mais aussi les prix de certains biens ou services sont réputés pour réduire les distances en réduisant les délais et les coûts (pécuniaires ou autres) de transport des hommes, des marchandises et des idées (Beaurain et *al.* 2004).

L'introduction de la dimension spatiale ou géographique dans le raisonnement économique par Krugman (Krugman 1995, Krugman 1991) a donné lieu à de nombreux travaux sur le rôle réel que joue la proximité géographique dans la nouvelle économie où l'espace d'action s'élargit sous l'effet de la mondialisation. Pour notre part, nous nous posons la question de

savoir quelle influence peut avoir l'éloignement ou le rapprochement géographique ou physique entre deux entreprises sur la pérennité et le bon déroulement de leur coopération.

Si l'on prend l'exemple du juste-à-temps (JAT) qui est contraint par le niveau d'accessibilité de la localisation de l'établissement par rapport au réseau d'infrastructures pour le transport de marchandises (Bayliss 1993, Bolis et *al.* 1999), la proximité géographique constitue effectivement un avantage quand la présence physique (des hommes sur le site, des pièces pour assemblage) est nécessaire sur un même lieu. D'autre part, si les technologies modernes sont beaucoup plus flexibles, accélèrent la mondialisation, donnent accès à tous et en temps partagé aux mêmes informations et sont moins sensibles à l'importance locale, inversement certaines formes d'organisation de juste-à-temps, d'interventions conjointes (détachement de main d'œuvre) poussent à la proximité physique (Dauty et *al.* 2004). D'autres coûts liés aux problèmes posés par l'éloignement peuvent apparaître en termes de fiabilité et de durée pour toute une série d'opérations. S'il est possible d'effectuer des échanges complexes rapides (grâce au développement des communications à distance notamment) il n'en demeure pas moins la nécessité d'opérations physiques de transport pour lesquelles le seul moyen de raccourcir et fiabiliser les échanges reste la concentration géographique (Dauty et *al.* 2004).

Cependant, certains échanges de savoir tacites par exemple ne peut se satisfaire des seules infrastructures de communication (Meunier 1999) et nécessite des échanges et contacts humains (des contacts face à face qui reposent sur la proximité physique).

Nous introduisons donc cette notion de proximité dans notre analyse, car elle peut influencer le mode de coordination entre deux ou plusieurs entreprises de différentes manières. Dans le cas du Réseau Réactif, l'éloignement géographique peut réduire la fréquence des rencontres entre les partenaires, et de ce fait freiner l'émergence de la confiance mutuelle, accroissant les risques d'opportunisme par exemple. Dans le cas du Réseau Proactif, l'éloignement géographique peut compliquer la coordination entre les activités des différentes entreprises dans un système en JAT (bien que l'on sache pratiquer aujourd'hui le juste-à-temps à des centaines de kilomètres de distance, il reste que dans certains domaines des problèmes de fiabilité et de synchronisation peuvent apparaître).

Proximité organisationnelle

La proximité géographique ne garantit pas à elle seule l'existence de relations denses entre les agents économiques. Les analyses sur la proximité se sont donc enrichies de réflexions concernant d'autres formes de proximités ayant un rôle à jouer dans les relations inter-entreprises et notamment la proximité organisationnelle. Plusieurs auteurs se sont intéressés à la proximité organisationnelle, qui pour certains est indissociable de la proximité institutionnelle que nous verrons plus loin. Ils définissent la proximité organisationnelle comme "*une relation de proximité induite par l'appartenance à une organisation comme le fait de suivre des règles communes ou partager une même culture d'entreprise au sein d'une activité finalisée*" (Rallet 2002). La proximité organisationnelle repose ainsi sur un cadre cognitif commun partagé par des acteurs appartenant à un même espace de rapports. La proximité organisationnelle repose sur une "logique d'appartenance" : les acteurs appartenant au même espace de relations, au sein d'une entreprise ou d'un réseau par exemple, sont alors considérés comme proches (Thépaut 2001, Mercier et *al.* 2004).

D'après (Gilly et *al.* 2004) la proximité organisationnelle renvoie "*aux ressources complémentaires détenues par des acteurs potentiellement aptes à participer à une même activité finalisée de type méso-économique, au sein d'une même organisation (grand groupe…) ou d'un ensemble d'organisations (réseau de coopérations, secteur d'activité, système productif local,…)*". Elle traduit donc une capacité à mettre en commun des

informations et des savoirs parcellaires, au travers d'interactions et de liaisons amont-aval ou horizontales. La proximité organisationnelle est donc au cœur du processus de création de ressources : elle est à la fois une condition et un résultat des interactions entre les acteurs participant à un processus particulier de création de ressources traduisant le passage d'une capacité de coordination à une coordination effective (Blanquart et *al.* 1997).

Nous nous baserons sur une définition qui se rapproche le plus de nos besoins, où deux firmes sont proches d'un point de vue organisationnel si elles possèdent le même mode de travail, partagent des connaissances et représentations similaires, et acceptent une structure commune pour organiser leurs échanges (Burlat et *al.* 2002, Mercier et *al.* 2004). La proximité organisationnelle facilite le partage de connaissances et de ressources encourageant ainsi la coopération (Benali et *al.* 2005). Un éloignement organisationnel peut donc être à l'origine d'un conflit ou d'un mal entendu dans une relation de coopération inter-entreprises. A l'inverse, une proximité organisationnelle peut fortifier, faciliter et accélérer une coopération.

Proximité institutionnelle

La proximité institutionnelle repose sur une logique de similitude : les agents qui se ressemblent parce qu'ils partagent par exemple la même culture, possèdent le même espace de référence, partagent les mêmes savoirs (modes de fonctionnement), et sont dans ce cas considérés comme proches (Thépaut 2001, Mercier et *al.* 2004). Les institutions locales et territoriales induisent des relations privilégiées, celles-ci n'étant pas fondées sur les bases d'une proximité géographique mais plutôt à sur une volonté de rapprochement, d'harmonisation des représentations, valeurs et actions, impulsée par les réseaux sociaux ou les politiques publiques (Rallet 2000). On en déduit la notion de proximité institutionnelle entre deux personnes : deux personnes sont proches si elles ont accès au même patrimoine[12] et elles sont d'autant plus proches que leurs proximités institutionnelles respectives à ce patrimoine sont fortes.

La proximité institutionnelle n'est pas de l'ordre du tout ou rien. Elle revêt un certain degré. Elle est faible si la part du patrimoine utilisé par la personne est faible (ex : faible maîtrise de la langue, s'agissant de la proximité institutionnelle associée au territoire correspondant à la pratique de cette langue). A l'inverse, la personne est institutionnellement très proche si elle accède en quantité et en qualité à l'essentiel du patrimoine en question (Billaudot 2004).

La Proximité institutionnelle réfère donc à des agents indépendants acceptant des lois communes, un modèle mental commun, une façon de penser commune, et des valeurs communes. Elle résulte d'une adhésion à des conventions sociales, et des normes comportementales. Elle diffère de la proximité organisationnelle dans le fait qu'elle ne requiert pas des actions organisées et coordonnées. Une adhésion mentale à des valeurs institutionnelles est souvent suffisante pour assurer une proximité institutionnelle.

[12] "Le patrimoine est un ensemble de ressources libres - ressources-externalités et ressources-produits libres - crées, disponibles ou reproduites dans une structure sociale en raison des activités qui s'y déroulent. Une *ressource externalité* est une externalité positive – un effet non visé positif d'une activité sur une autre – qui est constituée en ressource et une *ressource-produit libre* est un produit (converti en ressource) qui est de libre accès (il n'y a pas à établir une relation de circulation avec le producteur pour en disposer). Un patrimoine relève de la conservation et de la transmission, à la différence d'un capital qui relève de la destruction et de l'appropriation. Les deux structures sociales qui sont titulaires d'un patrimoine sont le *territoire* et l'*organisation*" (Billaudot 2004)

Proximité Culturelle (distance culturelle)

Le concept de culture d'entreprise[13] est né au début des années 80. Il est défini comme "*un ensemble de références construites tout au long de l'histoire de l'entreprise et partagées par ses membres. Elle implique une manière spécifique de réagir aux situations courantes ou exceptionnelles de la vie de l'entreprise*" (Hébréard et *al.* lexique). Il n'existe pas de culture d'entreprise qui puisse fonctionner dans toutes les organisations. Chaque entreprise est donc caractérisée par une culture spécifique, fortement imprégnée par la personnalité du dirigeant, qui la différencie de ses partenaires. Chaque entreprise est caractérisée par son histoire, et chaque étape de sa vie laissera ses empreintes sur sa culture : l'évolution des activités et des compétences, des technologies, des structures, des stratégies, des équipes dirigeantes…

(Milgrom et *al.* 1997) définissent la culture d'entreprise par : "*Un ensemble de routines aidant à la prise de décisions ainsi que les anticipations communes que doivent avoir tous les employés*".

Une culture d'entreprise se caractérise donc par : un système de valeurs (déclarées ou pratiquées), des routines, un langage, un ensemble de principes et de procédure, … Ces différentes caractéristiques de la culture se reflètent à travers des aspects internes ou externes de l'entreprise tel que : le type de gestion du personnel, le système de rémunération ou de contrôle de gestion mise en place, la prise de décision. Ainsi la culture d'une organisation peut servir pour valider la pertinence de certaines décisions en laissant augurer des chances de réussite ou d'échec, ou aussi pour juger de la conformité d'un comportement (Milgrom 1995). Elle doit être simple et compréhensible pour être communiquée efficacement. Elle doit s'adapter aux changements de l'environnement et aussi aux changements internes à l'entreprise. Plus une culture est rigide et forte, plus elle freine l'entreprise dans son développement et dans son adaptation aux changements organisationnels nécessaires à son bon fonctionnement.

Lors d'un processus de coopération, les partenaires sont souvent confrontés à des problèmes liés aux différences culturelles (Evrard Samuel 2000). Ces problèmes se manifestent souvent par des incompréhensions et/ou des désaccords sur les objectifs poursuivis par les dirigeants, mais aussi par des difficultés de transfert de savoir et de savoir-faire causées par une absence de langage commun qui vient ainsi accentuer les difficultés de communication (Evrard Samuel 1996). Les problèmes engendrés par une différence culturelle entre partenaires sont accentués lors d'un processus de fusion/acquisition. Une forte diversité culturelle entraîne inévitablement des tensions et des conflits sous-jacents. Elle peut ainsi retarder ou faire échouer un processus de fusion ou de coopération. Oberg (Oberg 1960)[14] parle de "choc culturel" qui peut faire enliser un processus de partenariat ou d'intégration entre personnes ou entités économiques.

Wolf (Wolf 1995) définit une distance culturelle qui joue un rôle non négligeable lors de la détermination du degré d'interactions entre deux entreprises. Plus cette distance est grande,

---

[13] Identité d'entreprise **:** certaines théories distinguent le concept d'identité d'entreprise de celui de culture. L'identité serait constituée par l'ensemble des valeurs et des références de l'entreprise, tandis que la culture serait représentée par des pratiques et des comportements. En général, on englobe la notion d'identité dans le concept de culture.

[14] Il a décrit pour la première fois le choc culturel comme un phénomène faisant référence à la désorientation psychologique subie par des individus qui retrouvent d'une manière soudaine dans un environnement culturel radicalement différent du leur.

plus les interactions devront être progressives. La distance influence dans le même sens (négatif) l'émergence d'un climat de confiance.

La proximité culturelle peut s'observer à travers plusieurs facteurs tels que les styles de management (techniques de prises de décision (Evrard 2000), la délégation de l'autorité et des responsabilités, les moyens de contrôle et de communication (Sathe 1985)), l'existence ou le partage d'un langage commun, le partage d'un même système de valeur…

D'autres proximités ont fait l'objet d'analyses moins denses dans la littérature. Nous pouvons citer par exemple la proximité technologique (Kirat et *al.* 1995) ou bien encore la proximité informationnelle, appelée aussi distance informationnelle. Elle désigne une distance spatio-temporelle liée à l'information et aux technologies informationnelles entre deux lieux ou deux moments, "*l'idée que la distance informationnelle se réduit traduit le fait que l'existence d'un maillage d'un territoire par un réseau de télécommunications, la diversité des informations véhiculées et la rapidité de leur transmission au sein de ce réseau, tendent à abolir la distance et le temps nécessaire à la recherche et la communication de l'information : l'information et les technologies de la communication ont pour effet de réduire les contraintes que représentent l'espace et le temps. Par exemple, les échanges d'informations et de services informationnels à travers le réseau se font de manière quasi instantanée, en supprimant le déplacement des agents*"[15] (Thépaut 2001). Cette proximité, nous l'intégrons dans la proximité géographique qui, comme définie plus haut, prend en compte non seulement des aspects de transport de marchandises mais aussi de transport d'informations.

II.8. Discussion et analyse

Les paramètres cités ci dessus viendront compléter notre analyse des modes de coordination entre entreprises au sein d'un réseau. Ces facteurs jouent un rôle explicatif en supplément des deux paramètres clés que sont la similarité des compétences et la complémentarité des activités.

Beaucoup de travaux ont affirmé que le réseau est par essence une construction sociale (Dussuc 2000, Grabher 1993, Granovetter 1985). Là où notre méthodologie atteint ses limites, les paramètres contingents prennent le relais pour expliquer différentes formes de distorsion entre notre démarche et la réalité observée sur le terrain. Ils influencent aussi une relation existante en la rendant plus ou moins forte, en la faisant échouer, ou au contraire en la rendant stable et durable. Nous verrons dans les prochains chapitres comment évaluer et estimer ces paramètres au travers d'un questionnaire en se basant sur les définitions et explications données ci-dessus, résumées par le schéma de la figure II-3.

[15] Cette analyse vaut du moins pour certaines informations car la réduction de la distance informationnelle rencontre des limites.

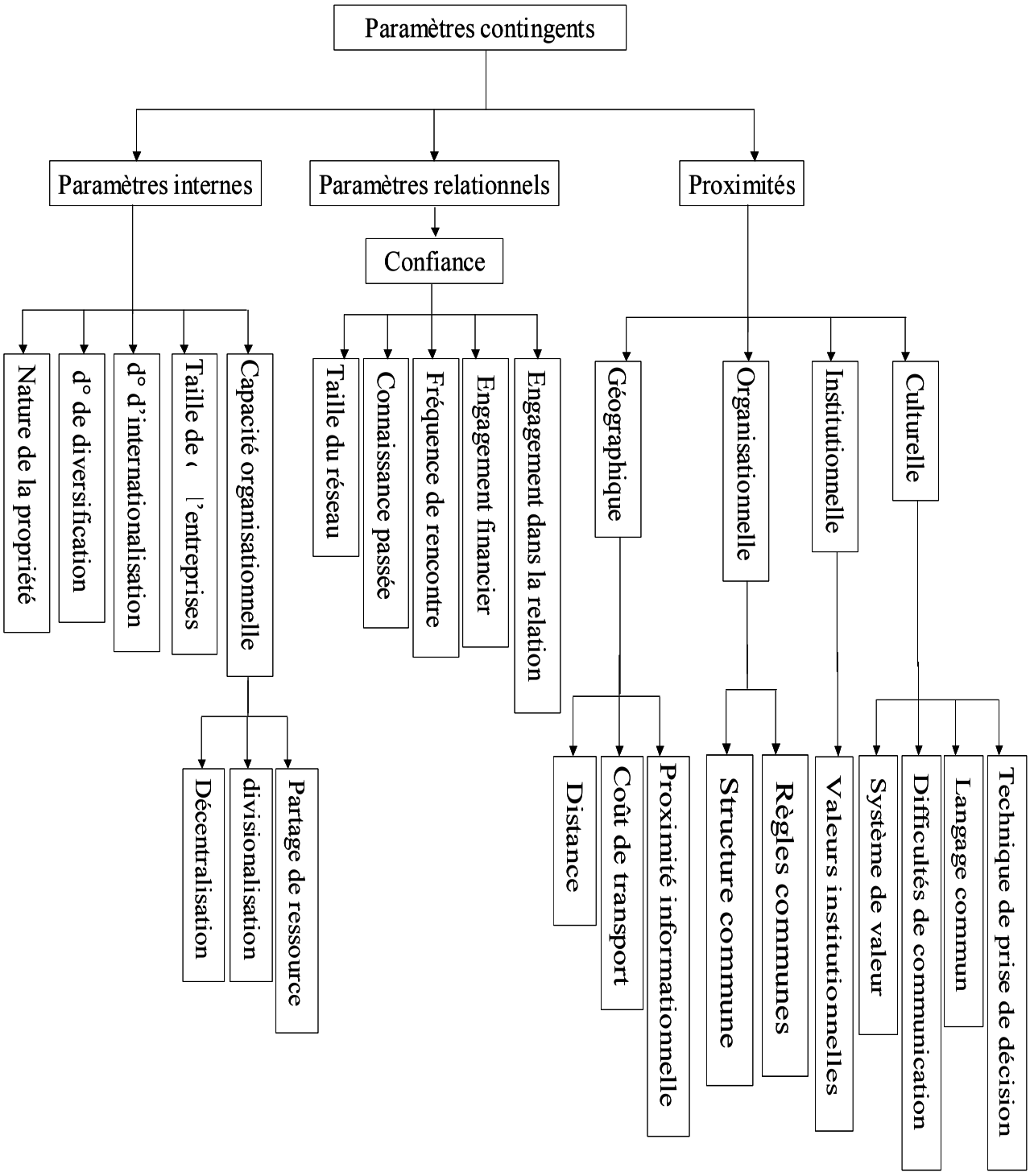


Figure II-3 : Paramètres contingents

II.9. Conclusion

La complexité des configurations organisationnelles dans les réseaux d'entreprises a provoqué une grande diversité d'approches provenant de différents domaines : le génie industriel, l'économie, le management, les sciences de gestion, les sciences juridiques, les sciences sociales. Cette multitude de points de vues, étudiant les phénomènes de coopération inter-entreprises, d'alliances, de sous-traitance, de chaîne logistique, et de différentes autres formes organisationnelles, apparaît à travers une littérature abondante que nous avons voulu exploiter et présenter selon chacun des points de vues exprimés. Nous avons essayé à partir de là d'apporter notre contribution à l'analyse de la coopération.

Un lien relationnel entre deux entreprises est "multifacettes", c'est-à-dire qu'il peut être régi, engendré, ou motivé par différents facteurs et paramètres relevant des différents domaines cités ci-dessus. Cependant les paramètres les plus mobilisateurs pour que deux entreprises décident de coopérer semblent bien être la complémentarité entre activités et la similarité des compétences. Ils sont souvent mobilisés de manière séparée par différents auteurs, ou de manière complémentaire avec d'autres paramètres.

Notre analyse est donc présentée en deux étapes. La première se base sur les paramètres clés identifiés par Richardson, et permet de construire une cartographie des modes de coordination potentiels (cartographie théorique) entre différentes entreprises d'un réseau. La deuxième évalue et intègre les différents paramètres contingents pour expliquer d'éventuelles différences entre la cartographie issue de l'analyse par les activités et les compétences et la cartographie réelle du réseau observée sur le terrain.

L'étude des différents paramètres contingents réalisée dans ce chapitre, nous servira pour estimer et évaluer leur influence sur la coopération dans un réseau. Dans les prochains chapitres nous verrons comment ces étapes sont mises en œuvre. Nous allons commencer par la modélisation des deux paramètres : complémentarité des activités et similarité des compétences. Cette phase de modélisation est nécessaire à la construction de la cartographie organisationnelle d'un réseau d'entreprises.

CHAPITRE III

MODELISATION ET ANALYSE DE LA COMPLEMENTARITE DES ACTIVITES DANS UN RESEAU D'ENTREPRISES

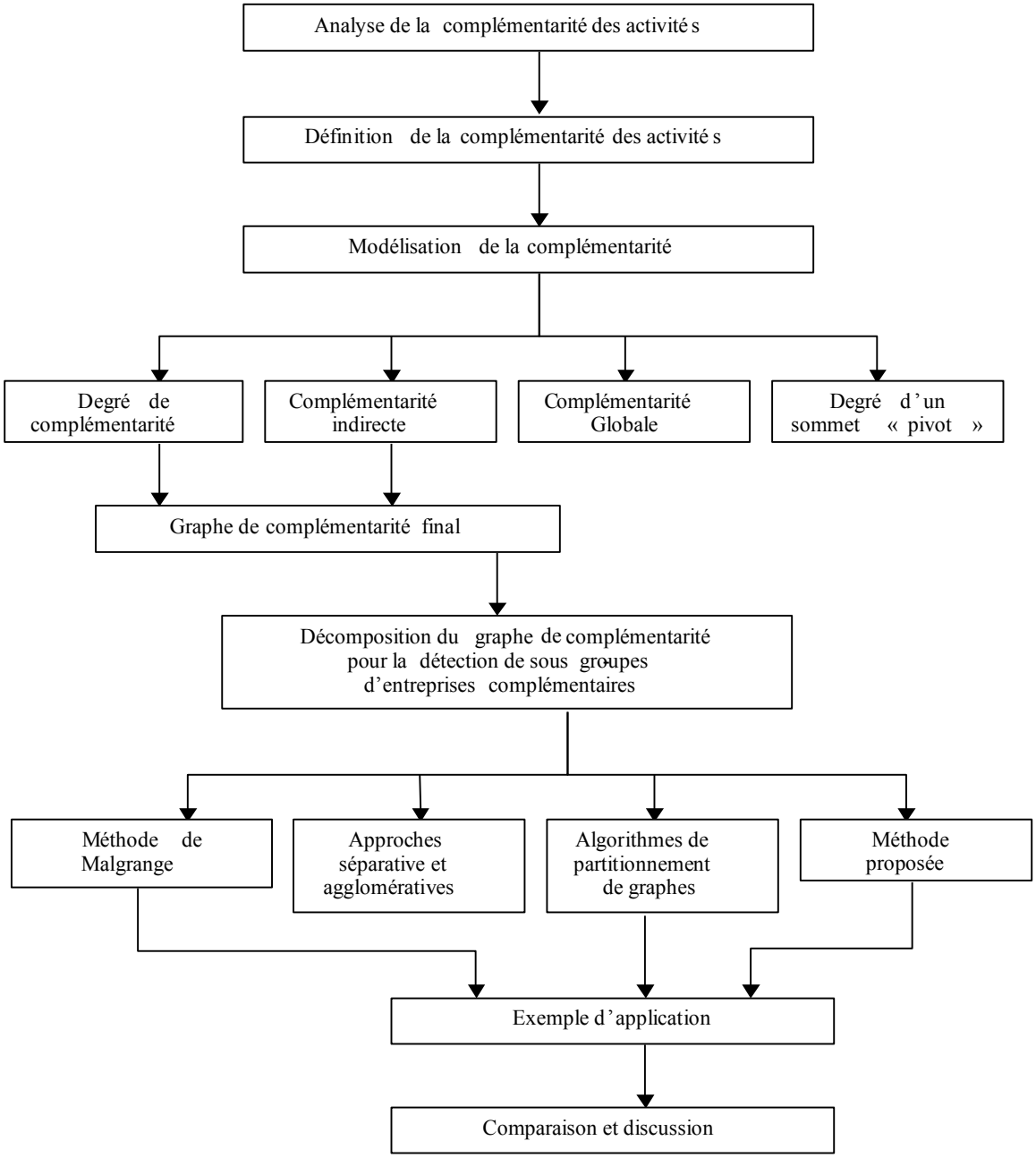
La complémentarité des activités est un aspect largement traité dans la littérature, elle elle se présente comme l'une des principales motivations à la coopération, outre la motivation traditionnelle de partage des coûts (Géniaux et *al.* 2003). Richardson fut parmi les premiers à développer cet aspect en soulignant que l'industrie doit s'organiser pour coordonner des activités dites "complémentaires".

L'intérêt porté à la complémentarité dans la littérature n'a pas fait l'objet d'une formalisation mathématique, ni d'une modélisation dans le cadre d'un réseau d'entreprises. Cependant quelques travaux se sont intéressés à la complémentarité entre activités de manière générale. Par exemple les travaux de (Milgrom 1997) qui a modélisé la complémentarité entre un groupe d'activités dans une vision purement économique en utilisant le rendement marginal des activités. Ou aussi, les travaux de (Crowston 1994) qui se sont intéressés plutôt à la dépendance entre activités et ressources, en identifiant les modes de coordination pour gérer cette dépendance. Enfin les travaux de (Frayret et *al.* 2003, Frayret 2002) qui ont défini des types génériques d'interdépendance entre activités. Toutes ces approches ont été détaillées dans le premier chapitre sur l'état de l'art.

Dans ce chapitre nous nous intéressons à l'analyse et à la modélisation de la complémentarité des activités dans un réseau d'entreprises, avec comme objectif, la détection de sous-groupes d'entreprises complémentaires. Pour ce faire nous nous basons sur des outils mathématiques tels que la théorie des graphes et le partitionnement de graphes.

Schéma de présentation du chapitre III

Le schéma présenté ci-dessous décrit l'enchaînement des idées qui seront présentées. Il résume le cheminement de notre travail, et les étapes que nous avons suivies pour atteindre nos objectifs.



III.1. Définition de la complémentarité des activités dans un réseau d'entreprises

Avant de développer une analyse de la complémentarité des activités dans un réseau, il est nécessaire de préciser formellement ce que nous entendons par "*complémentarité des activités*". Pour ce faire nous nous référons à des travaux d'économie industrielle et aux théories de l'organisation industrielle. Ainsi en théorie de l'organisation industrielle, Richardson a défini la complémentarité de la manière suivante :

"*Deux activités sont qualifiées de complémentaires si elles correspondent à différentes phases successives d'un processus de production*".

En économie industrielle la définition standard de la complémentarité s'inscrit dans une logique de marché (Milgrom 1997) :

"*Des activités sont mutuellement complémentaires si l'augmentation de l'une de ces activités accroît la rentabilité marginale*[16] *de toutes les autres activités du groupe*".

Cependant, dans cette section nous allons nous appuyer sur une définition qui nous permet d'amorcer une modélisation de la complémentarité :

"*Deux produits intermédiaires entrant dans un processus de production sont des compléments si la diminution du prix de l'un entraîne la croissance de la demande de l'autre*" (Milgrom 1997).

III.2. Modélisation de la complémentarité

Pour modéliser la complémentarité des activités nous utilisons la théorie des graphes qui offre l'avantage de faciliter la manipulation des objets et de leurs relations, avec une représentation graphique naturelle. L'ensemble des techniques et outils mathématiques mis au point en théorie des graphes permet de démontrer facilement des propriétés, d'en déduire des méthodes de résolution. En effet, la théorie des graphes offre un large panel de méthodes et algorithmes qui nous permettent d'atteindre notre objectif. Elle permet aussi d'extraire des indicateurs représentatifs de la complémentarité des activités.

Dans les définitions données ci-dessus, la relation de complémentarité entre deux entreprises n'est pas symétrique. En effet, si une entreprise E_1 est complémentaire d'une entreprise E_2, cette dernière peut très bien ne pas être complémentaire de l'entreprise E_1, ou bien être complémentaire à un degré différent. La propriété de symétrie n'est donc pas vérifiée, ce type de relation n'est pas modélisable par la distance euclidienne. La théorie des graphes est beaucoup plus adaptée. Dans notre modèle, les éléments du réseau (entreprises, PME/PMI, firmes …) constituent les sommets du graphe, la liaison entre deux sommets est représentée par un arc (sens de la complémentarité), et elle est quantifiée en associant à l'arc une évaluation (degré de complémentarité). Un exemple de graphe de complémentarité dans un réseau de 5 entreprises est donné dans la figure III-1.

[16] Accroissement ou diminution de la rentabilité totale causée par la vente d'une unité de plus par rapport à la quantité de référence.

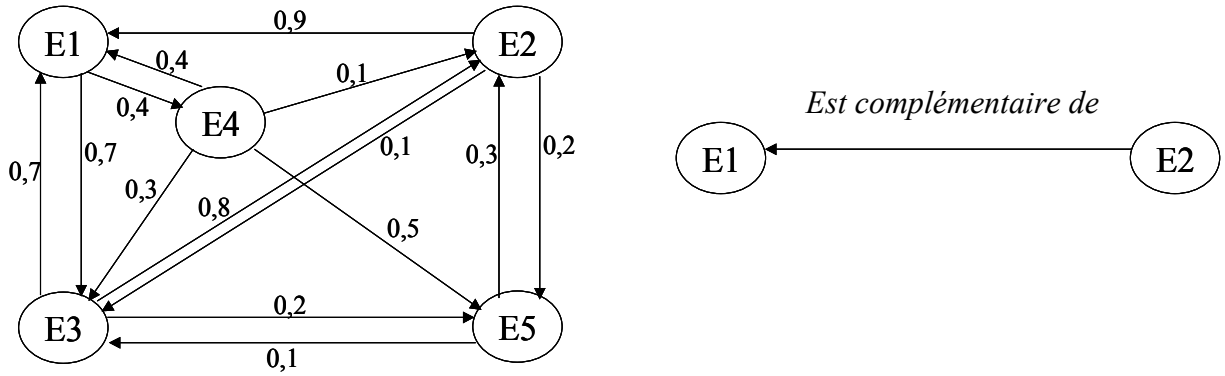


Figure III-1 : Exemple d'un graphe de complémentarité

Avant d'arriver au résultat final, c'est-à-dire le graphe de complémentarité, il est nécessaire de passer par deux étapes préliminaires. Obtenir le degré de complémentarité, et détecter les chaînes de complémentarité indirecte. Pour le calcul du degré de complémentarité nous allons nous appuyer sur des données récoltées à partir d'une enquête sur le terrain. Concernant la complémentarité indirecte nous utilisons l'un des outils offerts par la théorie des graphes qui est la fermeture transitive.

III.2.1. Degré de complémentarité

La pondération des arcs du graphe de complémentarité (figure III-1) représente le degré de complémentarité entre deux entreprises. Pour obtenir ce degré de complémentarité nous utilisons deux éléments, qui sont le chiffre d'affaires (C.A.) en pourcentage de chaque activité (gamme, classe, ou famille de produits) de chaque entreprise du réseau, et l'influence que peut avoir chacune de ces activités sur les activités des autres entreprises. Ces informations sont obtenues par un questionnaire.

La démarche suivie pour le calcul du degré de complémentarité d'une entreprise *A* sur une entreprise *B* est la suivante:

- Obtenir la gamme (famille) de produits par entreprise ;

- Affecter les chiffres d'affaires (C.A.) en pourcentage par classe de produit ;

- Construire la matrice des degrés d'influence entre deux produits A_i et B_j (DI_{ij}) en évaluant quels produits de l'entreprise *A* réagissent à une variation d'un produit de l'entreprise *B* et à quel degré. La matrice est remplie après questionnement de chaque entreprise du réseau de la manière suivante : "*Si un changement quelconque (plus rentable, moins coûteuse, augmentation ou diminution de la production) arrive dans la famille de produits B_j de l'entreprise B quelle serait son influence sur la famille de produits A_i de votre entreprise ?*", la réponse est guidée, et pour chaque réponse on affecte un nombre entre 0 et 3 (pas d'influence = 0, peu d'influence = 1, influence moyenne = 2, forte influence = 3). Pour les deux entreprises *A* et *B* ayant respectivement *n* et *m* familles de produits, la matrice se présente sous la forme suivante :

	B_1%	B_2%	⋯	B_m%
A_1%	3	0	⋯	3
A_2%	2	2	⋯	0
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
A_n%	1	2	⋯	2

- Calculer l'influence mutuelle (*IM*) pour chaque paire de familles (A_i,B_j). Cette influence n'est pas symétrique, c'est à dire que l'influence de A_i sur B_j est souvent différente de celle de B_j sur A_i :

$$IM_{ij} = C.A.\%\ de\ A_i * C.A.\%\ de\ B_j * DI_{ij}$$

- Calcul du degré de complémentarité de l'entreprise *A* sur l'entreprise *B* par la somme des influences mutuelles divisée par 3 (pour normer l'échelle entre 0 et 1) :

$$DC(A,B) = \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} IM_{ij} \right] / 3$$

$$DC(A,B) = \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} C.A.\%\ de\ A_i * C.A.\%\ de\ B_j * DI_{ij} \right] / 3$$

Exemple :

Nous donnons dans ce qui suit un exemple de calcul du degré de complémentarité (*DC)* entre deux entreprises E_1 et E_2 :

- E_1 a trois lignes de produit A_1, A_2 et A_3 avec les chiffres d'affaires respectifs *10%*, *20%* et *70%* ;

- E_2 a trois lignes de produit B_1, B_2 et B_3 avec les chiffres d'affaires respectifs *10%*, *5%* et *85%* ;

Après réponse au questionnaire on obtient la matrice des degrés d'influence suivante :

	B_1(10%)	B_2(5%)	B_3(85%)
A_1(10%)	3	0	3
A_2(20%)	2	2	2
A_3(70%)	2	2	3

Le degré de complémentarité entre E_1 et E_2 est calculé de la manière suivante :

$$DC(E_1, E_2) = [(0,1*0,1)*3 + (0,05*0,1)*0 + (0,85*0,1)*3 + (0,1*0,2)*2 + (0,05*0,2)*2 + (0,85*0,2)*2 + (0,1*0,7)*2 + (0,05*0,7)*2 + (0,85*0,7)*3] / 3 = 0,9$$

Graphiquement cela se représentera de la manière suivante :

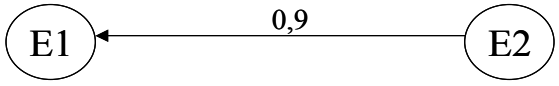


Figure III-2 : Degré de complémentarité de E_2 par rapport à E_1

III.2.2. Complémentarité indirecte

Il existe deux types de complémentarités entre entreprises dans un réseau. La complémentarité entre deux entreprises est directe quand elles ont des activités liées au sens de la définition retenue au chapitre III.1 (figure III-3). La complémentarité directe est obtenue par la méthodologie présentée dans la partie précédente (degré de complémentarité) qui permet de construire le graphe de complémentarité directe.

La complémentarité entre deux entreprises est indirecte quand une ou plusieurs de leurs activités sont des phases successives d'un processus de production indirectement liées (figure III-4) par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs entreprises du réseau. La complémentarité indirecte justifiera par exemple la préconisation de relation de types "Firme " ou "Réseau Proactif " avec mise en place d'une chaîne logistique intégrée. Pour repérer et détecter les complémentarités indirectes (ou les chaînes de complémentarités indirectes) nous utilisons la fermeture transitive du graphe de complémentarité directe.

Dans les deux figure III-3 et III-4, nous donnons un exemple de complémentarité directe et indirecte entre deux entreprises E_1 et E_3. Dans la figure III-3, E_1 est directement complémentaire de E_3. Tandis que dans la figure III-4, E_1 est indirectement complémentaire de E_3 par l'intermédiaire de l'entreprise E_2.

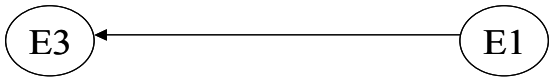


Figure III-3 : Complémentarité directe

Figure III-4 : Complémentarité indirecte

Afin de d'obtenir le degré de complémentarité entre E_1 et E_3, et d'identifier toutes les chaînes de complémentarité indirecte nous calculons la fermeture transitive du graphe de complémentarité directe.

Définition de la fermeture transitive

La fermeture transitive répond à la question suivante : *"il peut ne pas y avoir d'arc entre deux nœuds ; mais n'existe-t-il pas quand même un chemin entre ces deux nœuds ?"*.

Nous utilisons la définition suivante de la fermeture transitive d'un graphe :

Etant donné un graphe orienté $G=(V,E)$, où V est l'ensemble des sommets du graphe, et E l'ensemble des arcs. La fermeture transitive du graphe G, est aussi un graphe $G_+=(V,E_+)$, tel que pour chaque paire de sommets (v,w) dans V, il existe un arc (v,w) dans G_+ si et seulement s'il existe un chemin non nul de v à w dans G.

Dans notre cas nous traitons un graphe orienté et pondéré. Il nous faut donc identifier les complémentarités indirectes, mais aussi leur degré, c'est-à-dire la pondération des arcs de la fermeture transitive du graphe de complémentarité directe. Pour cela, nous utilisons la définition de la fermeture transitive donnée en théorie des sous-ensembles flous (Kaufmann 1973) :

Etant donné un graphe orienté et pondéré $G=(V,E)$

V représente l'ensemble des sommets de G

E représente l'ensemble des arcs

Soit R une relation floue dans ExE :

$$x, y \in V : x\, R\, y = \mu_R (x, y)$$

Dans un graphe de complémentarité $\mu_R (x, y)$ représente la pondération de l'arc (x, y), i.e. le degré de complémentarité :

$$\mu_R (x, y) \in [0 , 1]$$

Soit $x,y,z \in V$, on définira alors $R^2 = R \circ R$, par :

$$\mu_{R^2}(x,y) = \underset{y}{MAX}\, MIN(\mu_R(x,y), \mu_R(y,z)),$$

On a :

$$R \circ R \subset R,$$

Il est aisé de démontrer que :

$$R^k \subset R \qquad k = 1, 2, 3, \ldots$$

On appelle la fermeture transitive d'une relation floue R, la relation :

$$\hat{R} = R \cup R^2 \cup R^3 \cup \ldots$$

Si à partir d'un certain k, on a :

$$R^{k+1} = R^k,$$

Alors :

$$\hat{R} = R \cup R^2 \cup ... \cup R^k$$

On notera que la réciproque n'est pas vraie.

Théorème : Si card(V) = k, alors la fermeture transitive de R est obtenue après au plus k compositions.

Dans notre cas, la fermeture transitive sera donc obtenue après un nombre d'itérations inférieur au nombre d'entreprises étudiées.

Discussion sur le choix de l'opérateur

Dans la définition de la fermeture transitive donnée ci-dessus nous avons utilisé l'opérateur *MAX-MIN* pour le calcul du degré de complémentarité indirecte. Nous avions le choix entre 4 opérateurs :

a- MAX-MAX

b- MIN-MIN

c- MIN-MAX

d- MAX-MIN

Nous procédons par élimination. Il fallait répondre à deux critères :

- Ne pas prendre en compte les complémentarités qui sont trop faibles, car souvent elles sont dues à des fluctuations d'interprétation du questionnaire. De plus, nous le verrons dans la suite de ce chapitre, les complémentarités trop faibles seront éliminées.

- Etant donnée une complémentarité indirecte, elle doit être inférieure à la plus grande complémentarité directe.

Cas a : L'opérateur *MAX-MAX* répond bien au premier critère, mais pour le deuxième critère nous obtenons une complémentarité indirecte égale à la plus grande complémentarité directe.

Cas b : L'opérateur *MIN-MIN* ne répond pas au premier critère, car nous obtenons une complémentarité indirecte qui est égale à la plus petite complémentarité directe.

Cas c : L'opérateur *MIN-MAX* répond bien au deuxième critère. Cependant dans certaines configurations le résultat ne respecte pas le premier critère, comme par exemple quand on est en présence d'un mixte entre des complémentarités indirectes fortes et des complémentarités directes faibles.

Cas d : L'opérateur *MAX-MIN* répond bien aux deux critères. La première opération *(MAX)* élimine les plus petites complémentarités directes qui souvent sont due à des fluctuations d'interprétation du questionnaire. La deuxième opération *(MIN)* modère le résultat pour obtenir une complémentarité indirecte plus faible que la plus grande complémentarité directe.

Nous illustrons cette notion de fermeture transitive sur un exemple de graphe avec 4 sommets :

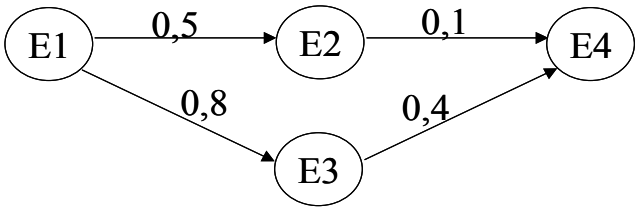


Figure III-5 : Graphe de complémentarité directe

La fermeture transitive du graphe de complémentarité de la figure III-5 est donnée dans la figure III-6 :

μ_R *(E1, E4) = MAX { MIN [*μ_R *(E1, E2),* μ_R *(E2, E4)], MIN [*μ_R *(E1, E3),* μ_R *(E3, E4)]}*

μ_R *(E1, E4) = MAX { MIN [0,5 , 0,1], MIN [0,8 , 0,4]}*

μ_R *(E1, E4) = MAX { 0,1 , 0,4}*

μ_R *(E1, E4) = 0,4*

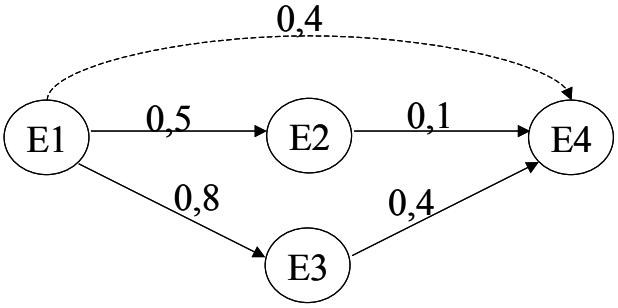


Figure III-6 : Fermeture transitive d'un graphe

La fermeture transitive du graphe de complémentarité directe représentera le graphe de complémentarité final du réseau d'entreprises. Dans la suite du chapitre nous parlerons de graphe de complémentarité pour désigner le graphe de complémentarité final.

III.2.3. Indicateur de la complémentarité globale *(CG)* d'un réseau

Une fois le graphe de complémentarité obtenu, il est intéressant de l'analyser de manière plus globale. Nous nous intéressons ici à la complémentarité totale du réseau. Elle permet de nous renseigner sur deux informations intéressantes. Une information statique sur le degré de complémentarité globale d'un réseau, permettant de savoir par exemple si le

réseau est à forte tendance proactive, avec de fortes synergies. Une information dynamique sur l'évolution de la complémentarité globale du réseau. Le réseau développe-t-il des synergies et des complémentarités ou au contraire se dirige-t-il vers un réseau à faible tendance proactive ?

La complémentarité globale *(CG)* est calculée de la manière suivante :

Soit un graphe de complémentarité *G(V, E)* avec

V l'ensemble des sommets (entreprises du réseau), *card (V) = n*

E l'ensemble des arcs

$$CG = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\mu(E_i, E_j)}{C_n^2} \qquad i \neq j$$

On a donc :

$$CG \in [0,1]$$

$$\begin{cases} \mathrm{CG} \approx 1 & \textit{Forte Tendance Proactive} \\ \mathrm{CG} \approx 0 & \textit{Faible Tendance Proactive} \end{cases}$$

Des réseaux à forte tendance proactive sont souvent des réseaux qui coopèrent depuis déjà une certaine période. Les activités sont devenues très indépendantes les unes des autres et demandent une forte coordination, constituant ainsi un problème de design organisationnel. Ce type de réseau présente une forte valeur ajoutée et développe de forts effets de synergie.

Des réseaux à faible tendance proactive sont souvent des réseaux qui sont nouvellement constitués, ou bien des réseaux en déclin (comme par exemple une entreprise virtuelle en fin de projet). Cela peut aussi correspondre à un réseau à forte tendance réactive qui commence à développer des complémentarités.

Nous verrons plus loin des analyses plus approfondies des différents cas qui peuvent se présenter, et notamment lors des chapitres traitant de l'analyse dynamique du réseau.

III.2.4. Degré d'un sommet et entreprises "pivot"

Les sommets d'un graphe de complémentarité ayant les plus hauts degrés correspondent souvent à des entreprises ayant un rôle de "pivot" à l'intérieur du réseau. Le degré d'un sommet est la somme de ses degrés entrant et de ses degrés sortant :

- Degré sortant : somme des pondérations des arcs qui partent d'un sommet ;
- Degré entrant : somme des pondérations des arcs qui arrivent à un sommet ;
- Degré : degré entrant + degré sortant.

III.3. Partitionnement de graphe pour la détection de sous-ensembles d'entreprises complémentaires

Après avoir obtenu le graphe de complémentarité du réseau, il est nécessaire de le décomposer pour éliminer les fluctuations dues au questionnaire et isoler les sous-groupes d'entreprises fortement complémentaires en minimisant la perte d'informations[17]. Afin d'atteindre cet objectif nous avons appliqué trois méthodes différentes pour décomposer le graphe de complémentarité, pour voir quelle est la plus efficace et qui répondrait au mieux à la problématique posée par notre analyse.

La première méthode est une méthode classique de décomposition en composantes fortement connexes (Muller 1972), connue aussi sous le nom de décomposition de Malgrange. La deuxième méthode est l'une des méthodes du vaste panel d'algorithmes proposés par le partitionnement de graphes (*graph portioning algorithms*). Nous avons opté pour le partitionnement spectral et plus précisément pour la méthode proposée par Alpert lors de sa thèse (Alpert 1996). Après analyse des résultats obtenus par les deux méthodes précédentes, nous nous sommes rendu compte que dans un grand nombre de cas la configuration proposée n'est pas la meilleure. Cela étant dû non seulement à la quantité de l'information perdue qui est trop conséquente par rapport à l'information existante, mais aussi et surtout à la qualité de cette information perdue qui souvent n'est pas pertinente. Nous avons donc proposé une méthode de partitionnement plus adaptée à notre problématique (Benali et *al.* 2004). Cette méthode prend en compte deux aspects importants du problème. Le premier aspect est que les graphes analysés ne sont pas de grande taille. Le deuxième aspect est la non-symétrie de la relation de complémentarité entre deux entreprises.

III.3.1. Problématique posée

Nous rappelons que l'objectif recherché est d'isoler des sous-graphes fortement interconnectés, en minimisant la perte d'information (perte d'arcs, i.e. perte de complémentarités potentielles). Ces sous-graphes représenteront plus loin des sous-ensembles d'entreprises très complémentaires qui permettront de justifier des relations de type "Réseau Proactif" ou de type "Firme ".

La non symétrie de la relation de complémentarité rend le problème plus complexe à résoudre et lui donne un aspect particulier. Cette contrainte restreint largement l'horizon des méthodes et algorithmes applicables et efficaces.

La perte d'information doit quant à elle respecter deux contraintes. La première est une contrainte quantitative, l'information perdue ne doit pas être conséquente par rapport à l'information totale. La deuxième est une contrainte qualitative : l'information perdue doit avoir une qualité pertinente, c'est-à-dire qu'il est préférable de perdre dix arcs de pondération "0,1", qu'un arc de pondération "0,9". L'information perdue dans le premier cas est supérieure que celle perdue dans le deuxième cas, cependant la qualité prime pour nous sur la quantité, et la première solution est donc préférable à la deuxième.

La contrainte de qualité de l'information perdue restreint encore plus l'horizon des méthodes efficaces. La grande majorité des algorithmes et méthodes existants dans la littérature ont pour seul objectif de minimiser la quantité d'information perdue.

[17] Par perte d'information nous voulons parler de la somme des pondérations des arcs éliminés par la décomposition.

III.3.2. Décomposition en composantes fortement connexes

Cette méthode de recherche des partitions est connue sous le nom de méthode de Malgrange. Cependant elle est appliquée sur des graphes non pondérés. Il est donc nécessaire de passer d'une relation floue à une relation nette, c'est-à-dire de passer d'un graphe pondéré à un graphe non pondéré.

Sous-ensemble net de niveau α dans une relation floue

Nous déterminons le sous-ensemble net de niveau α issu du graphe de complémentarité :

Soit $\alpha \in [0,1]$, le "sous-ensemble net de niveau α dans une relation floue" d'une relation floue *R* est défini par :

$$G_\alpha = \{(x, y) / \ \mu_{\Re}(x, y) \geq \alpha\}$$

Autrement dit tous les degrés de complémentarité inférieures à α vont être éliminés, et ceux supérieures ou égaux à α, seront affectés d'un poids de 1.

α détermine le niveau de complémentarité au sein des sous-groupes obtenus. Plus α augmente et plus les entreprises obtenues dans les sous-groupes sont fortement complémentaires.

Méthode de décomposition

L'algorithme de décomposition de Malgrange se présente de la manière suivante :

- Repérage d'un sommet quelconque ;
- Etablissement de la liste de tous les antécédents et descendants de ce sommet, la partie commune à ces deux listes déterminant la composante fortement connexe ;
- Suppression des sommets de la composante ainsi décelée et reprise au 1er point.

Les composantes détectées représentent alors des groupes d'entreprises ayant des activités complémentaires dans le réseau.

L'inconvénient majeur que présente cette méthode est le passage à une relation nette. Cette opération cause une perte d'information qui peut être élevée. Cela cause souvent une perte de liens potentiels de type Réseau Proactif ou Firme.

Le choix de l'opérateur α conditionne le degré de complémentarité dans les sous-groupes obtenus. Plus α est grand plus les sous-groupes d'entreprises obtenus sont homogènes, et concentrent une complémentarité élevée. Dans ce cas on est en présence de liens forts, de type Réseau Proactif, entre les acteurs à l'intérieur des différents sous-ensembles. Plus l'opérateur α est petit, plus la complémentarité à l'intérieur des sous-groupes est faible. Dans ce cas on est en présence de liens faibles, de type Réseau Proactif, entre les acteurs des différents sous-ensembles.

Un choix multiple du niveau de l'opérateur α permet, d'une part de moduler la perte d'information, et d'autre part d'obtenir différentes intensités pour les liens. Nous choisirons trois valeurs pour α. Ces valeurs refléteront trois degrés d'intensité de la coopération de type Réseau Proactif : faible, moyenne et forte.

Après avoir appliqué la méthode de Malgrange, nous sommes allés plus loin dans notre recherche bibliographique pour trouver des méthodes plus pertinentes, prenant en compte le fait que le graphe soit pondéré, orienté ou même non symétrique. Dans ce qui suit nous donnons un aperçu des méthodes que nous avons rencontrées en matières d'algorithmes de partitionnement de graphe (*graph partitioning algorithms*). Nous détaillerons et utiliserons une de ces méthodes qui est le partitionnement de vecteur (Alpert 1995). Elle présente l'avantage d'être simple à appliquer, et préserve l'information du graphe original.

III.3.3. Les approches séparatives et agglomératives (détection de structures de communautés)

Les communautés au sens faible sont des sous-ensembles de sommets ayant globalement plus de liens internes que de liens externes et les communautés au sens fort vérifient cette même propriété pour chacun des sommets (Fortunato 2004).

Les approches séparatives

Les approches séparatives essaient d'éliminer les liens externes pour faire ressortir les communautés densément connectées. L'idée commune à toutes les méthodes séparatives est d'essayer de scinder le graphe en plusieurs communautés en retirant progressivement les arêtes reliant deux communautés distinctes. Les arêtes sont retirées une à une, et à chaque étape les composantes connexes du graphe obtenu sont identifiées à des communautés. Le processus est répété jusqu'au retrait de toutes les arêtes. On obtient alors une structure hiérarchique de communautés. Les méthodes existantes diffèrent par la façon de choisir les arêtes à retirer (Pons 2004).

L'algorithme basé sur la centralité d'intermédiarité

Cette méthode a été proposée pour la première fois par Newman et Givran (Newman et *al.*2004, Girvan et *al.* 2002). L'algorithme élimine les arêtes de plus forte centralité d'intermédiarité. La centralité pour une arête est définie comme le nombre de plus courts chemins passant par cette arête. Il existe en effet peu d'arêtes reliant les différentes communautés et les plus courts chemins entre deux sommets de deux communautés différentes ont de grandes chances de passer par ces arêtes. L'algorithme de calcul de la centralité de toutes les arêtes est effectué en $O(mn)$. Ce calcul est effectué à chaque étape sur le graphe obtenu après retrait des arêtes. La complexité de l'algorithme est donc $O(m^2n)$.

L'algorithme basé sur le clustering d'arêtes

Cette méthode est proposée par Radicchi (Radicchi et *al.* 2004). Elle est basée sur la détection des arêtes intercommunautaires utilisant le fait que de telles arêtes sont dans des zones peu clusterisées. Un coefficient de clustering (d'ordre g) d'arêtes est le nombre de cycles de longueur g passant par l'arête divisé par le nombre total de tels cycles possibles (étant donné les degrés des sommets). A chaque étape l'arête de plus faible clustering (d'un ordre donné, 3 ou 4 en pratique) est retirée. Chaque suppression d'arête ne demande alors qu'une mise à jour

locale des coefficients de clustering, ce qui permet d'être plus rapide que le précédent algorithme. La complexité totale est en $O(m^2)$.

D'autres algorithmes ont été proposés, mais la plupart de ces algorithmes sont des variantes des deux algorithmes de base présentés ci-dessus, venant améliorer le temps de calcul ou la solution.

Les approches agglomératives

L'idée commune de toutes ces méthodes est d'utiliser une approche s'apparentant à celle de la classification hiérarchique dans lesquelles les sommets sont regroupés itérativement en communautés. L'algorithme agglomératif le plus connu et le plus utilisé est l'algorithme d'optimisation de la modularité de Newman (Newman 2004). Newman introduit une notion de modularité ; il s'agit d'une valeur Q quantifiant la qualité d'une partition du graphe. L'algorithme fusionne alors à chaque étape les communautés permettant d'avoir la plus grande augmentation de la modularité.

III.3.4. Algorithmes de partitionnement de graphe

Nous donnons dans cette section une liste non exhaustive des algorithmes de partitionnement de graphe, ainsi que leurs avantages mais surtout leurs inconvénients par rapport à notre problématique.

Le principe du partitionnement de graphes est de diviser un ensemble d'objets interconnectés en un ensemble de sous-ensembles ou *clusters* pour optimiser un objectif spécifié. C'est-à-dire grouper les sommets du graphe en un nombre prédéterminé de parties (de tailles elles aussi prédéterminées) tout en minimisant les arcs reliant les différents groupes. L'objectif du partitionnement peut varier de manière significative en fonction du problème à résoudre et de son application.

Il y a deux types de partitionnement de graphe : le bi-partitionnement et le k-partitionnement[18]. Le bi-partitionnement est un cas particulier du k-partitionnement où $k = 2$.

Formulation du problème de partitionnement

Les définitions données dans ce qui suit sont la base du partitionnement de graphe, elles sont utilisées dans les algorithmes présentés plus loin.

Soit un ensemble de n sommets $V = \{v_1, v_2, ..., v_n\}$, le but du partitionnement est d'affecter les sommets à un nombre spécifié de k clusters satisfaisant des propriétés prédéfinies.

<u>*Définition 1 :*</u> Un partitionnement $P^k = \{C_1, C_2, ..., C_k\}$ consiste en k partitions (sous-ensembles de V) $C_1, C_2, ..., C_k$ tel que :

$$C_1 \cup C_2 \cup ... \cup C_k = V \text{ et } C_h \cap C_l = \varnothing \qquad 1 \leq h < l \leq k.$$

Si $k = 2$ on parle alors de bi-partitionnement.

L'objectif à optimiser est noté par : $f(P^k)$, l'objectif est fonction de la solution du partitionnement.

[18] Beaucoup de travaux distinguent entre le problème partitionnement où k est petit et le problème de "clustering" où k est grand (par exemple $k>200$).

Définition 2 : On définit *E(C)* comme étant l'ensemble des arcs coupés par le cluster *C*. *E(C)={e ∈ E* tel que *e* relie deux sommets *x, y*, dont un seul appartient à *C}*.

Nous notons *|E(C)|* la dimension de la coupe. Dans le cas d'un graphe non pondéré *|E(C)| = card (E(C))* et dans le cas d'un graphe pondéré *|E(C)|* = la somme des degrés des arcs de *E(C)*.

Ainsi, dans le cas d'un graphe pondéré avec une matrice d'adjacence *A*, la coupe est donnée par :

$$\sum_{v_i \in C} \sum_{v_j \notin C} a_{ij}$$

Donc, l'ensemble des arcs coupés par la solution du partitionnement P^k est $E(P^k) = \bigcup_{h=1}^{k} E(C_h)$

La dimension de la coupe de P^k est $|E(P^k)|$.

Formulations du problème de bi-partitionnement

Le problème du bi-partitionnement par la coupe minimum a pour but de diviser l'ensemble *V* en deux sous-ensembles en minimisant la coupe entre ces deux sous-ensembles.

$$Minimiser\ f(P^2) = |E(C_1)| = |E(C_2)| = |E(P^k)| \quad tel\ que\ C_1 \neq \varnothing,\ C_2 \neq \varnothing.$$

Les solutions optimales du problème de bi-partitionnement par coupe minimum sont souvent déséquilibrées (i.e. les sous-groupes obtenus ont des tailles très différentes les unes par rapport aux autres). Dans une grande partie des problèmes traités par le bi-partitionnement ces solutions n'ont pas de sens et ne sont pas exploitables directement. Elles constitueront des solutions de départ pour des méthodes heuristiques (Yang et *al.* 1994). Pour prendre en comptes les contraintes de taille sur les sous-ensembles, des formulations plus pertinentes existent, comme la bissection par coupe minimum ou le bi-partitionnement par coupe minimum avec contrainte de taille :

- On parle de problème de *bissection* quand on cherche à obtenir des sous-ensembles de taille égale (une relaxation des contraintes de taille permet une meilleure solution tout en gardant des sous-groupes relativement équilibrés) :

$$Minimiser\ f(P^2) = |E(C_1)| \quad tel\ que\ |w(C_1) - w(C_2)| \leq \varepsilon.$$

$$Avec\ \ w(C_i) = \sum_{v \in C_i} \deg(v)$$

- On parle de bi-partitionnement avec contrainte sur la taille, quand on prédéfinit une borne supérieure et inférieure (*L* et *U*) pour la taille des clusters :

$$Minimiser\ f(P^2) = |E(C_1)| \quad tel\ que\ L \leq w(C_h) \leq U \qquad h=1, 2.$$

D'autres travaux ont intégrés les contraintes de taille dans la fonction objectif du partitionnement (Leighton et *al.* 1988). Cette méthode est connue sous le nom anglais de "*Ratio cut bi-partitioning*".

Formulations du problème de k-partitionnement

La formulation standard du problème de *k*-partitionnement (*k* > *2*) est la suivante :

Etant donné le nombre de cluster *k*, et la borne inférieure et supérieure respectivement *L* et *U* de la taille des clusters alors,

$$Minimiser\ \ f(P^k) = \sum_{h=1}^{k} E(C_h)\ \ tel\ que\ L \leq w(C_h) \leq U \qquad h = 1, \ldots, k$$

Beaucoup de travaux se sont intéressés à la formulation de la contrainte de taille, i.e. à la valeur exacte des deux bornes *L* et *U* (Barnes 1982, Sun et *al.* 1993).

Comme dans le cas du bi-partitionnement il est possible d'intégrer les contraintes de taille dans la fonction objectif. Nous pouvons citer à titre d'exemple la fonction "*Scaled Cost*" ou coût proportionné (Chan et *al.* 1994) :

$$Minimiser\ \ f(P^k) = \frac{1}{n(k-1)} \sum_{h=1}^{k} \frac{|E(C_h)|}{A(C_h)}$$

où *n* est le nombre de sommets

D'autres travaux utilisent la maximisation d'une fonction objectif qu'ils définissent, comme par exemple la fonction *absorption* (Sun et *al.* 1993), ou aussi la fonction *densité* (Huany et *al.* 1995).

Le problème de *k*-partitionnement du graphe est NP-difficile. Le problème de bissection où l'on veut partitionner le graphe en deux, est déjà NP-difficile (Garey et *al.* 1979). Théoriquement un *k*-partitionnement peut être obtenu par une approche "*diviser pour régner*" en appliquant récursivement la bissection.

Avant d'aller plus loin dans ce chapitre, il est nécessaire de faire un choix sur le type de partitionnement (bi-partitionnement ou *k*-partitionnement) qui est le plus adapté à notre problématique. En effet, le choix se pose entre l'application d'un bi-partitionnement de manière récursive, qui est une pratique largement mobilisée (Tran Dac 2004), ou bien appliquer directement un *k*-partitionnement.

Choix entre bi-partitionnement et k-partitionnement

Appliquer un *k*-partitionnement, ou un bi-partitionnement récursif, ne donne pas la même solution ni en termes de nombre de cluster ni en termes de coût (perte d'information). Deux raisons ont guidé notre choix vers l'application d'un *k*-partitionnement. Premièrement, la faiblesse (voir l'exemple ci-dessous qui illustre cette faiblesse en termes de coût) du bi-partitionnement récursif dans la plupart des configurations a été prouvée (Alpert 1996), c'est-à-dire que cette méthode pourrait marcher mais seulement sur un nombre restreint de graphes. Deuxièmement, le résultat obtenu par le bi-partitionnement récursif donne toujours un nombre

de clusters puissance de 2 (*k =2, 4, 8, ou 16….)*, ce qui dans notre cas est un inconvénient. Cependant le bi-partitionnement récursif est largement utilisé sachant que la plupart des algorithmes développés font du bi-partitionnement ou de la bissection.

Exemple : Considérons un graphe avec 8 sommets où la pondération des arcs est 1 partout. Le bi-partitionnement récursif commence par diviser le graphe en deux sous-graphes de 4 sommets chacun, et chacun de ces sous-graphes est ensuite divisé en deux sous-graphes de 2 sommets. Au bout du compte on se retrouve avec une perte d'information de 6 (figure III-6-a). Le *k*-partitionnement quant à lui donne le même nombre de sous-graphes mais avec une perte d'information de 4 (figure III-6-b).

(a) Résultats du bi-partitionnement récursif

(b) Résultats du k-partitionnement

Figure III-6 : Différence entre bi-partitionnement récursive et k-partitionnement

Maintenant que nous nous concentrons sur le *k*-partitionnement, nous allons passer en revue de manière brève les grandes familles d'algorithmes et approches utilisées pour résoudre le problème du partitionnement. Pour plus de détails concernant ces méthodes le lecteur peut se reporter aux références citées, et notamment aux travaux de J. C. Alpert (Alpert 1996, Alpert 1995), ainsi qu'à ceux de B. T. Preas et M. J. Lorenzetti (Preas et *al.* 1988), dans le domaine des circuits VLSI[19], qui est le domaine de prédilection du partitionnement de graphe, mais aussi (Chung et *al.* 1981, Jarvis 1982, Park 1988).

Heuristiques d'améliorations locales (Iterative Improvement Methods)

Les algorithmes d'améliorations locales sont basés sur le concept "*greedy strategy*" : on démarre à partir d'une solution faisable et on la perturbe itérativement jusqu'à atteindre la meilleure solution voisine. La procédure s'arrête quand l'algorithme atteint un minimum où toutes les solutions voisines ont un coût plus élevé. Il est donc facile d'être piégé dans un minimum local. Ils doivent donc être couplés avec un algorithme qui établit un partitionnement initial. Les deux algorithmes les plus connus dans ce domaine sont l'algorithme KL (Kernighan et Lin 1970), et l'algorithme FM (Fiduccia et Mattheyses 1982). Ces deux algorithmes font exclusivement de la bissection.

L'algorithme KL constitue une base qui a inspiré la majorité des algorithmes développés dans ce domaine :

[19] Le partitionnement est devenu une phase critique dans la conception des circuits électroniques VLSI (Very Large Scale Integrated), qui comporte de plus en plus de transistors (plusieurs millions). Le partitionnement permet de passer à des systèmes plus petits ainsi plus gérables.

Algorithme KL (Kernighan-Lin) :

C'est en 1970 que Kernighan et Lin ont introduit ce qui est souvent décrit comme étant la première "bonne" heuristique pour une bissection d'un graphe. L'algorithme KL utilise une structure de voisinage avec échange par paire et procède par des séries de passages. A chaque passage de l'algorithme, chaque sommet ne bouge qu'une seule fois, de C_1 à C_2 ou bien de C_2 à C_1. Au début du passage, chaque sommet est déverrouillé, ce qui signifie qu'il est libre et peut être échangé. Après avoir été échangé le sommet devient verrouillé. L'algorithme KL échange itérativement la paire de sommets déverrouillés qui ont le *gain* le plus élevé. Le gain est la diminution du coût de la solution résultant de l'échange de paire. On donne ci dessous le gain pour un graphe pondéré non orienté avec une fonction objectif de coupe minimum :

$$gain(v_i, v_j) = \sum_{v_k \in C_2} \left(a_{ik} - a_{jk}\right) + \sum_{v_k \in C_1} (a_{jk} - a_{ik})$$

Le processus d'échange est réitéré jusqu'à ce que tous les sommets soient verrouillés, et la valeur retournée sera celle du plus petit coût observé durant le passage. Et ainsi un autre passage sera effectué utilisant le résultat du précédent passage comme solution de départ. L'algorithme s'arrête quand le passage n'arrive plus à trouver une solution avec un coût plus petit que celui de la solution de départ.

L'avantage de l'algorithme KL et qu'il peut faire des sauts hors du minimum local, car il peut utiliser même des gains négatifs.

L'inconvénient de cet algorithme est qu'il est très gourmand, car on doit parcourir toutes les solutions accessibles lors d'un seul passage. Une simple implémentation de l'algorithme KL requière une complexité de $O(n^3)$ par passage, et $O(n^2)$ pour trouver le meilleur gain d'échange. Il faut en plus générer une solution initiale.

L'algorithme FM est une amélioration de l'algorithme KL. Il diminue le temps de passage. La différence principale avec l'algorithme KL est la structure de voisinage : un nouveau bi-partitionnement est donné en déplaçant un seul sommet de C_1 à C_2 ou de C_2 à C_1 au lieu de faire un déplacement par paire de sommets. Cela permet une exécution plus rapide.

Plusieurs algorithmes on été développés dans le sens des deux algorithmes FM et KL. Parmi ceux que l'on a rencontrés nous pouvons citer l'algorithme *Tie-breaking* (brisement de lien) (Krichnamurthy 1984), et l'algorithme de *Sanchis* qui est une généralisation de l'algorithme FM combiné avec celui du *Tie-breaking* pour le *k*-partitionnement (Sanchis 1989).

Algorithmes de recuit simulé et algorithmes génétiques

Les algorithmes de type *"greedy"* vus jusque là, sont facilement piégés dans un optimum local. Pour atteindre la vallée la plus profonde, les randonneurs savent bien qu'ils ne peuvent pas toujours descendre mais doivent parfois accepter de remonter. C'est cette stratégie qui est adoptée par les algorithmes de recuit simulé et les algorithmes génétiques. Nous n'allons pas entrer dans le détail de ces méthodes qui sont connues.

L'application de l'algorithme de recuit simulé dans le partitionnement de graphe est à ce jour assez limitée, tous simplement à cause de son temps d'exécution qui est assez long. Néanmoins quelques travaux se sont intéressés à cet aspect. Pour plus de d'approfondissements sur cet algorithme et son application dans le domaine du partitionnement de graphe, on peut se reporter aux travaux de (Johnson et *al.* 1989, Chatterjee et *al.* 1990).

Les algorithmes génétiques ne sont pas équipés pour la recherche d'un optimum local dans une région prescrite de l'espace des solutions. Un algorithme génétique donné peut prendre un temps assez long pour trouver une bonne solution, s'il en trouve une. Beaucoup de travaux se sont donc intéressés à la combinaison entre les algorithmes génétiques avec des heuristiques d'optimisation locale (Areibi 1993, Inayoshi et *al.* 1992), le plus souvent avec les algorithmes KL et FM. Des travaux proposent des algorithmes génétiques pour une bissection par coupe minimum (Ackley 1987), mais aussi pour le *k*-partitionnement (Chandrasekharam et *al.* 1993).

Algorithme de Recherche taboue

La recherche taboue est parmi les algorithmes qui ont été exploités en partitionnement de graphe. Cet algorithme est une alternative au mécanisme de verrouillage (locking mechanism) dans les algorithmes FM et KM. La recherche taboue a donnée de très bons résultats avec des temps de traitement très raisonnables par rapport à d'autres méthodes (Alpert 1995), Néanmoins elle n'a été exploitée qu'en bi-partitionnement (Lim et *al.* 1991) et bissection (Tao et *al.* 1991).

Les méthodes de clustering hiérarchique

Cette méthode a été introduite pour analyser des données. Elle s'adapte parfaitement aux graphes : son but est alors de grouper les sommets en sous-ensembles de telle sorte que chaque sommet soit groupé avec d'autres sommets similaires. Pour cela, il est nécessaire d'introduire une mesure d_{ij} de similarité entre chaque paire de sommets. Dans notre cas ne nous ne pouvons pas définir une similarité à cause de la non symétrie de la relation de complémentarité.

Les approches géométriques

Ces méthodes construisent une représentation géométrique du problème de partitionnement via plusieurs types de représentations géométriques du graphe. Ces méthodes sont souvent utilisées pour leur capacité à capturer l'information globale du graphe. La représentation géométrique du graphe constituera une base sur laquelle seront appliquées des heuristiques "géométriques" accélérées pour trouver un partitionnement.

Les approches géométriques utilisent les valeurs propres et vecteurs propres de la matrice d'adjacence ou Laplacienne[20] du graphe pour construire une représentation géométrique de ce dernier. Ces algorithmes sont appelés approches *spectrales*.

Il existe une panoplie de techniques pour la représentation géométrique d'un graphe, nous allons nous intéresser de manière succincte à l'une d'elles qui est le *partitionnement de vecteur* (*Vector partitioning*) développée par C. J. Alpert (Alpert 1999).

Partitionnement de vecteur

L'idée ici est de transformer le problème de partitionnement de graphes en un problème de partitionnement de vecteurs. Cette correspondance est développée en utilisant les vecteurs

[20] La matrice Laplacienne Q possède d'intéressantes propriétés, notamment concernant ses vecteurs propres. Ils sont mutuellement orthogonaux, donc ils constituent une base dans l'espace à n dimensions. Toutes les valeurs propres de Q sont réelles. La plus petite valeur propre $\lambda 1$ est nulle, et son vecteur propre correspondant $\mu_1 = [1/\sqrt{n}, 1/\sqrt{n}, ..., 1/\sqrt{n}]^T$. Ces propriétés facilitent considérablement les calculs et démonstrations.

propres de la matrice Laplacienne, qui contient les informations de connexité du graphe, pour construire un vecteur multidimensionnel pour chaque sommet. La méthode s'applique en trois étapes :

- Construire une représentation vectorielle du graphe. Chaque sommet sera représenté par un vecteur qui contiendra toutes les informations concernant le sommet.

- Appliquer un algorithme de tri simple pour trier les vecteurs de la plus grande amplitude à la plus petite

- Appliquer une bonne heuristique pour la recherche d'un partitionnement. Une des heuristiques présentées précédemment peut s'appliquer.

Nous n'allons pas développer la démonstration de la méthode, qui est expliquée et développée en détail dans (Alpert 1999). Nous donnons seulement quelques indications.

Définition 3 : Le k-partitionnement de vecteurs de l'ensemble des vecteurs Y est un ensemble de k sous-ensembles non vides $S^k = \{S_1, S_2, ..., S_k\}$ tel que chaque $y \in Y$ appartient exactement à un seul S_h , $1 \le h \le k$.

Soit un ensemble de n vecteurs, un nombre prédéfini de sous-ensembles k. Soit les bornes inférieures et supérieur L_h et W_h, le problème de partitionnement de vecteurs se pose de la manière suivante :

$$\textit{Trouver } S^k \textit{ qui satisfait } L_h \le |S_h| \le W_h$$

$$\textit{Pour tout } 1 \le h \le k, \textit{ et qui optimise}$$

$$g(S^k) = \sum_{h=1}^{k} \|Y_h\|^2 \quad \textit{où} \quad Y_h = \sum_{y \in S_h} y$$

Le partitionnement de graphe $P^k = \{C_1, C_2, ..., C_k\}$ correspond au partitionnement de vecteur $S^k = \{S_1, S_2, ..., S_k\}$ si et seulement si $v_i \in C_h$ chaque fois que $y_i^d \in S_h$.

Une bonne heuristique pour résoudre le problème du partitionnement de vecteurs avec une fonction objectif de somme minimum doit être quelque peu intuitive. Si chaque sous-ensemble doit consister en un ensemble de vecteurs qui doit avoir une somme aussi près que possible du vecteur nul, les vecteurs dans ce sous-ensemble vont pointer dans toutes les directions. Il n'est donc pas évident de construire les sous-ensembles. Pour faciliter la procédure, la fonction objectif est transformée en somme maximum où $g(S^k)$ est à maximiser et on cherche les sous-ensembles de vecteurs pointant dans la même direction.

Le partitionnement de graphe par la coupe minimum est transformé en partitionnement de vecteur par la somme maximum.

Voyons comment cette méthode est appliquée pratiquement :

- Calcul de la matrice symétrique de la matrice d'adjacence A : $A_s = A\,A^T$;

- Calculer la matrice Laplacienne : $Q = D - A$, où D est une matrice de dimension nxn donnée par $d_{ii} = deg\,(v_i)$ et $d_{ij} = 0$;

- Calculer la matrice des vecteurs propres E de la matrice Laplacienne Q ;

- Calculer les valeurs propres λ_j de la matrice Laplacienne Q ;

- Calculer la matrice des vecteurs propres pondérés $E' = (e_{ij})$, avec, $e_{ij} = \mu_{ij}\ \sqrt{H - \lambda_j}$ (i.e. chaque colonne μ_{ij} de E est pondérée par la valeur $\sqrt{H - \lambda_j}$), où, H représente la plus grande valeur propre ;

- Appliquer une heuristique (Alpert 1999) pour trouver le partitionnement de vecteur $S^k=\{S_1, S_2, ..., S_k\}$, où chaque sous-ensemble de vecteurs $S_1, S_2, ..., S_k$ consisteras en une somme de vecteurs donnant la plus grande amplitude.

Choix de la méthode de partitionnement

Le choix de la méthode à appliquer, est bien sûr fonction de notre problématique avec toutes les spécificités quelle peut comporter. Parmi toutes les méthodes vues dans cette section aucune ne répond exactement à la problématique posée. Car le but principal de toutes ces méthodes est la minimisation des arrêtes à éliminer, et la qualité n'est pas prise en compte, comme cela a été expliqué plus haut. De plus, ces méthodes ont été développées pour des graphes qui sont symétriques. Néanmoins, nous allons appliquer une de ces méthodes pour analyser son influence sur les résultats.

Nous avons choisi la méthode proposée par (Alpert et *al.* 1999) car c'est celle qui se rapproche le plus du besoin, et aussi à cause de sa capacité à préserver l'information globale du partitionnement. En effet chaque vecteur contient ces informations. C'est-à-dire l'ensemble des arcs connectés à chaque sommet dans le graphe initial.

Concernant la contrainte de prédétermination du nombre de clusters k (Feige et *al.* 2003, Bezrukova et *al.* 1999), nous allons l'utiliser en appliquant plusieurs partitionnements pour différentes valeurs de k. On choisit ensuite trois valeurs (i.e. trois solutions), une solution pour un k petit, une solution pour un k moyen, et une solution pour un k grand. Les trois solutions représenteront respectivement les trois degrés d'intensité de la coopération de type Réseau Proactif : faible, moyenne et forte.

Après avoir passé en revue les méthodes utilisées en partitionnement de graphe, nous avons conclu que les algorithmes de partitionnement existants ne sont pas compatibles avec notre problématique. Nous avons donc réfléchi à une méthode ou un algorithme qui prenne en compte nos diverses spécificités.

III.3.5. Méthode proposée

Nous proposons dans cette section un algorithme de détection de sous-groupes d'entreprises complémentaires à partir d'un graphe de complémentarité des activités. Cet algorithme est basé sur l'idée d'éliminer progressivement les arcs de pondération la plus petite et qui sont le seul lien entre deux sommets (Benali et *al.* 2004). On procède par plusieurs passages, et après chaque passage on fait apparaître des sous-groupes d'entreprises ayant des activités complémentaires. A chaque passage le pas augmente et le degré de complémentarité augmente, c'est-à-dire que plus le nombre de passages est élevé plus le nombre de clusters est susceptible d'augmenter et plus les clusters contiennent des entreprises qui sont fortement complémentaires.

Avant de détailler l'algorithme proposé, nous donnons quelques définitions que nous utilisons dans l'algorithme. La première est une proposition d'un indicateur de qualité de la partition (Benali et *al.* 2004). La deuxième est un algorithme de recherche de disjonctions dans un graphe (Muller 1972).

Indicateur de qualité de la partition (I)

Nous proposons dans ce qui suit un indicateur de qualité (noté I par la suite) de la solution de décomposition du graphe de complémentarité. Cet indicateur nous permet d'évaluer et de quantifier l'information perdue lors d'une décomposition.

Si la perte d'information est trop grande, cela signifie que trop d'arcs ont été enlevés, et donc des liens de types "Réseau Proactif " ou de type "Firme" peuvent avoir été négligés. Cet indicateur se calcule d'une manière simple, par la somme des pondérations des arcs enlevés divisée par la somme totale des arcs du graphe. Plus il se rapproche de zéro, meilleure est la solution obtenue.

Soit un graphe orienté et pondéré $G=(V,E)$, où

V représente l'ensemble des sommets de G, $card(V) = n$

E représente l'ensemble des arcs

Soit A la matrice d'adjacence du graphe G, avec a_{ij} les composantes de A représentant le poids de l'arc allant du sommet i vers le sommet j

Soit A' la matrice de décomposition, avec a'_{ij} les composantes de A' représentant le poids des arcs éliminés.

Nous définissons :

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a'_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}$$

Cet indicateur est utilisé dans l'algorithme proposé, cependant nous l'utiliserons aussi comme indicateur pour les autres méthodes.

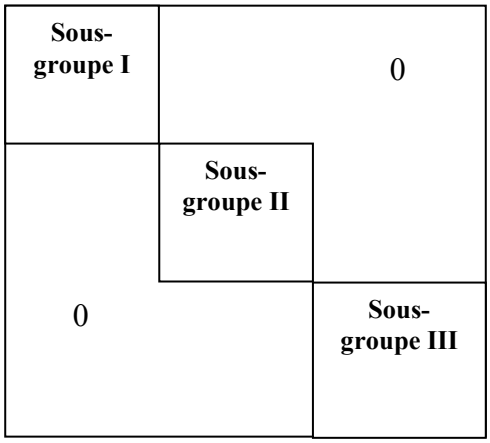
Algorithme de recherche de disjonctions dans un graphe

La recherche de disjonction nous permet après chaque passage de l'algorithme de détecter ou d'isoler les sous-groupes obtenus. La recherche de disjonctions dans un graphe est très simple et se fait de la manière suivante :

- A tout arc *i, j* existant, ajouter l'arc *j, i* (à moins qu'il existe déjà). De cette façon, si le graphe présente des classes disjointes, celles-ci deviennent fortement connexes ;

- Appliquer la méthode de décomposition de Malgrange (Voir plus haut).

Si des sous-groupes disjoints existent dans le graphe, après le passage de cet algorithme, alors sa matrice d'adjacence pour s'écrire de la manière suivante :



Algorithme de partitionnement d'un graphe de complémentarité

L'algorithme doit prendre en compte plusieurs aspects spécifiques au graphe de complémentarité des activités que nous rappelons dans les points suivants :

- Prendre en compte non seulement la quantité d'information perdue mais aussi la qualité de cette information ;

- Prendre en compte la non symétrie de la relation de complémentarité (non symétrie du graphe) ;

- Le poids des arcs est compris entre 0 et 1 ;

- Les graphes de complémentarité ne sont pas de grande taille.

Structure de l'algorithme proposé

Introduisons dans un premier temps les différents paramètres et notations que nous allons utiliser dans l'algorithme :

Un passage : l'algorithme procède à un ou plusieurs passages, et à chaque passage il fournit des résultats. Un passage signifie que l'algorithme a été déroulé pour une valeur spécifique de *arc(k)*.

arc(k) : c'est la valeur représentant un degré en dessous duquel les arcs seront éliminés. A chaque passage *arc(k)* augmente d'un *Pas*.

r : valeur initiale de *arc(k)*. C'est-à-dire *arc(1)=r*. Le premier passage de l'algorithme éliminera les arcs de degré inférieur ou égale à *r*.

Pas : c'est l'incrémentation de *arc(k)* à chaque nouveau passage. Le *Pas* est défini à l'avance et conditionne le nombre de passage de l'algorithme. Plus le *Pas* est grand moins on a de passages. Il permet d'éliminer les arcs par palier. Par exemple si *Pas = 0.5*, cela signifie qu'au premier passage l'algorithme élimine les arcs de degré inférieurs ou égales à *arc(1)=0.5*, au deuxième passage il fera la même chose pour une valeur *arc(2)=0.5+Pas=1*.

La structure de l'algorithme est la suivante :

Entrées :

a(i,j) : composantes de la matrice d'adjacence

n : nombre de sommets

pas : définition de la valeur du Pas

r : définition de la valeur initiale de arc(k)

Initialisation :

k = 1 : indique l'étape du passage de l'algorithme

arc(k) = r : initialisation de ark(k) à r

somme = $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}$ *: somme des poids des arcs du graphe initial*

somme' = 0 : somme des poids des arcs éliminés

I(k) = 0 : indicateur de qualité de la solution à l'étape k

Recherche :

Tant que arc(k) < 1

faire

Recherche de disjonctions

i = 1

j = 1

pour i = 1 , n-1

faire

pour j = i+1,n
faire
si a(i,j) ≠ 0 ou a(j,i) ≠ 0
alors
si a(i,j) ≤ arc(k)
alors
si a(j,i) ≤ arc(k)
alors
a'(i,j) = a (i,j)
a'(j,i) = a(j,i)
a(i,j) = 0
arcs éliminés sont l'arc (i,j) et l'arc (j,i)
somme' = somme' + a'(i,j) + a'(j,i)
fin si
fin si
fin si
j = j + 1
i = i + 1

$$I(k) = \frac{somme'}{somme}$$

k = k + 1
arc(k) = arc(k-1) + pas
fin tant que
fin

A chaque passage (augmentation de la contrainte sur les arcs à éliminer d'un *"pas"*) l'algorithme donne l'ensemble des sous-groupes obtenus, la qualité de la solution *(I)*, et l'ensemble des arcs éliminés.

Un choix de trois valeurs de *I* correspondant à trois solutions différentes (si elles existent), permet de représenter les trois niveaux de l'intensité de la coopération de type Réseau Proactif. Les sous-groupes obtenus pour le *I* le plus élevé contiendront des entreprises fortement complémentaires, donc une coopération de forte intensité.

Exemple :

Voyons comment fonctionne l'algorithme sur un exemple simple.

Soit un graphe à 5 sommets :

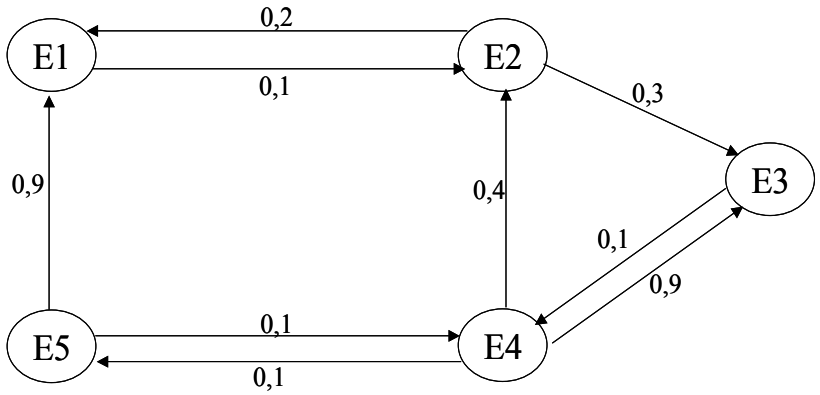


Figure III-7 : Exemple d'un graphe de complémentarité à 5 sommets

La matrice d'adjacence du graphe est :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,2 & 1 & 0,3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,4 & 0,9 & 1 & 0,1 \\ 0,9 & 0 & 0 & 0,1 & 1 \end{bmatrix}$$

Nous appliquons l'algorithme avec un pas de *0,1*, le tableau III-1 récapitule les différentes étapes par lesquelles passe l'algorithme, et les solutions données à chaque passage.

passage	*arc(k)*	Arcs éliminés	I	Sous-groupes	Intensité
1	0,1	(5,4) (4,5)	0,064	∅	Faible
2	0,2	(1,2) (2,1)	0,16	{E2,E3,E4} ;{E1,E5}	Moyenne
3	0,3	(2,3)	0,25	{E2,E3,E4} ;{E1,E5}	
4	0,4	(4,2)	0,38	{E2} ;{E3,E4} ;{E1,E5}	Forte
5	0,5	∅	0,38	{E2} ;{E3,E4} ;{E1,E5}	
6	0,6	∅	0,38	{E2} ;{E3,E4} ;{E1,E5}	
7	0,7	∅	0,38	{E2} ;{E3,E4} ;{E1,E5}	
8	0,8	∅	0,38	{E2} ;{E3,E4} ;{E1,E5}	
9	0,9	(3,4) (4,3) (1,5)	1	{E1} ;{E2} ;{E3} ;{E4} ;{E5}	

Tableau III-1 : Exemple d'application de l'algorithme proposé

Les entreprises appartenant aux sous-ensembles {E2,E3,E4} ;{E1,E5} sont faiblement complémentaires ; i.e. les entreprises E2,E3, et E4 sont coordonnées dans une logique de coopération de type Réseau Proactif avec une intensité moyenne, tandis que les entreprises E1, et E5 devraient se coordonner dans une logique de Réseau Proactif avec une forte intensité de coopération.

Nous donnons dans ce qui suit un exemple d'application sur lequel nous appliquons trois méthodes de décomposition et nous comparons les résultats.

III.4. Exemple d'application

Dans cet exemple nous déroulons la méthodologie de recherche de sous-groupes d'entreprises complémentaires. Nous supposons que le graphe de complémentarité directe est donné et a été construit suivant la méthode présentée au paragraphe III.3.1. A ce graphe nous appliquons une fermeture transitive pour détecter les complémentarités indirectes. A cette fermeture transitive, qui représente le graphe de complémentarité final du réseau nous appliquerons trois méthodes de décomposition et comparerons les résultats.

Supposons un réseau de dix entreprises E_1, E_2, …, E_{10}, Le calcul des degrés de complémentarité a fait ressortir le graphe de complémentarité dont la matrice d'adjacence est présentée dans le tableau III-2. Pour des raisons d'encombrement nous n'allons pas dessiner le graphe de complémentarité.

	E_1	**E_2**	**E_3**	**E_4**	**E_5**	**E_6**	**E_7**	**E_8**	**E_9**	**E_{10}**
E_1	1	0	0,7	0,4	0	0	0,4	0,2	0,1	0,1
E_2	0,9	1	0,1	0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4
E_3	0,7	0,8	1	0	0,1	0	0,5	0,3	0	0,5
E_4	0,4	0,1	0,3	1	0,5	0,6	0,9	0,8	0,2	0,4
E_5	0	0,3	0,2	0	1	0	0,1	0	0,5	0
E_6	0,3	0,9	0,3	0,1	0	1	0,9	0,3	0,1	0,9
E_7	0,4	0,2	0	0	0,4	0,9	1	0,3	0	0
E_8	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3	0,8	0	1	0,7	0,8
E_9	0	0,1	0,2	0,3	0,6	0,7	0	0,8	1	0,2
E_{10}	0,1	0,4	0,9	0	0,1	0,8	0,2	0,3	0,1	1

Tableau III-2 : Matrice d'adjacence du graphe de complémentarité de l'exemple d'application

III.4.1. Fermeture transitive

La fermeture transitive du graphe de complémentarité est obtenue au bout de 5 itérations :

1ère itération

	E_1	**E_2**	**E_3**	**E_4**	**E_5**	**E_6**	**E_7**	**E_8**	**E_9**	**E_{10}**
E_1	1	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,2	0,5
E_2	0,9	1	0,7	0,4	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4
E_3	0,8	0,8	1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5
E_4	0,4	0,6	0,4	1	0,5	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8
E_5	0,3	0,3	0,2	0,3	1	0,5	0,2	0,5	0,5	0,3
E_6	0,9	0,9	0,9	0,3	0,4	1	0,9	0,3	0,3	0,9
E_7	0,4	0,9	0,4	0,4	0,4	0,9	1	0,3	0,4	0,9
E_8	0,5	0,8	0,8	0,3	0,6	0,8	0,8	1	0,7	0,8
E_9	0,3	0,7	0,3	0,3	0,6	0,8	0,7	0,8	1	0,8
E_{10}	0,7	0,8	0,9	0,1	0,3	0,8	0,8	0,3	0,3	1

2ème itération

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	1	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_2	0,9	1	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_3	0,8	0,8	1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_4	0,6	0,9	0,8	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
E_5	0,3	0,5	0,3	0,3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	1	0,9	0,3	0,4	0,9
E_7	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,9	1	0,4	0,4	0,9
E_8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	1	0,7	0,8
E_9	0,7	0,8	0,8	0,3	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,8
E_{10}	0,8	0,8	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,3	0,3	1

3ème itération

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	1	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_2	0,9	1	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_3	0,8	0,8	1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_4	0,9	0,9	0,9	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
E_5	0,5	0,5	0,5	0,3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	1	0,9	0,4	0,4	0,9
E_7	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,9	1	0,4	0,4	0,9
E_8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	1	0,7	0,8
E_9	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,8
E_{10}	0,8	0,8	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,4	1

4ème itération

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	1	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_2	0,9	1	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_3	0,8	0,8	1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_4	0,9	0,9	0,9	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
E_5	0,5	0,5	0,5	0,4	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	1	0,9	0,4	0,4	0,9
E_7	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,9	1	0,4	0,4	0,9
E_8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	1	0,7	0,8
E_9	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,8
E_{10}	0,8	0,8	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,4	1

5ème itération

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	1	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_2	0,9	1	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_3	0,8	0,8	1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_4	0,9	0,9	0,9	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
E_5	0,5	0,5	0,5	0,4	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	1	0,9	0,4	0,4	0,9
E_7	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,9	1	0,4	0,4	0,9
E_8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	1	0,7	0,8
E_9	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,8
E_{10}	0,8	0,8	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,4	1

6ème itération

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	1	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_2	0,9	1	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_3	0,8	0,8	1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
E_4	0,9	0,9	0,9	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
E_5	0,5	0,5	0,5	0,4	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	1	0,9	0,4	0,4	0,9
E_7	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,9	1	0,4	0,4	0,9
E_8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	1	0,7	0,8
E_9	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,8
E_{10}	0,8	0,8	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,4	1

Les matrices de la 5ème et 6ème itération sont les mêmes donc la fermeture transitive du graphe de complémentarité est celle donnée à la 5ème itération.

III.4.2. Décomposition du graphe

Nous allons maintenant décomposer la fermeture transitive du graphe de complémentarité en utilisant trois méthodes différentes à savoir : décomposition en composantes fortement connexes, partitionnement vectoriel, et algorithme proposé.

Décomposition en composantes fortement connexes

Cette méthode nécessite le passage à une relation net de niveau α. Nous avons appliqué 7 valeurs de α pour obtenir toutes les configurations possibles et en prendre trois, en fonction de la qualité de perte d'information, qui refléteront les trois niveaux d'intensité de la coopération. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau III-3 :

α	Nombre de sous-groupes	Sous-groupes obtenus	I
0,1	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
0,2	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
0,3	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
0,4	3	$\{E_1,E_2,E_3,E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_4\}$; $\{E_5,E_8, E_9\}$	0,54
0,5	5	$\{E_1,E_2,E_3\}$; $\{E_4\}$; $\{E_5\}$; $\{E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_8,E_9\}$	0,8
0,6	5	$\{E_1,E_2,E_3\}$; $\{E_4\}$; $\{E_5\}$; $\{E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_8,E_9\}$	0,8
0,7	8	$\{E_1\}$; $\{E_2\}$; $\{E_3\}$; $\{E_4\}$; $\{E_5\}$; $\{E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_8\}$; $\{E_9\}$	0,9

Tableau III-3 : Résultats de la décomposition en composantes fortement connexes

Nous remarquons que la perte d'information est trop grande ici. Nous pouvons néanmoins utiliser les résultats obtenus avec $\alpha = 0,4$ et $\alpha = 0,5$ qui représenteront respectivement la moyenne et la forte intensité de la coopération entre les éléments des différents sous-groupes.

Partitionnement vectoriel

L'étape préliminaire dans le partitionnement vectoriel est la "symétrisation" de la matrice d'adjacence du graphe de complémentarité. La matrice symétrique de la matrice d'adjacence est donnée dans le tableau III-4.

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	0.87	0.23	0.31	0.79	0.23	0.77	0.06	0.33	0.44	0.78
E_2	0.23	1.2	0.98	1.13	0.14	0.89	0.74	0.96	0.51	0.53
E_3	0.31	0.98	1.73	1.3	0.29	1.92	0.57	0.97	0.48	0.59
E_4	0.79	1.13	1.3	2.52	0.28	1.73	1.16	1.28	1.51	1.32
E_5	0.23	0.14	0.29	0.28	0.39	0.47	0.06	0.54	0.07	0.37
E_6	0.77	0.89	1.92	1.73	0.47	2.72	0.39	1.37	0.6	0.94
E_7	0.06	0.74	0.57	1.16	0.06	0.39	1.26	1.02	1.13	0.97
E_8	0.33	0.96	0.97	1.28	0.54	1.37	1.02	2.2	1.02	1.14
E_9	0.44	0.51	0.48	1.51	0.07	0.6	1.13	1.02	1.67	1.08
E_{10}	0.78	0.53	0.59	1.32	0.37	0.94	0.97	1.14	1.08	1.77

Tableau III-4 : Symétrisation de la matrice d'adjacence du graphe

La matrice Laplacienne du graphe *Q* est donnée dans le tableau suivant :

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	3.94	-0.23	-0.31	-0.79	-0.23	-0.77	-0.06	-0.33	-0.44	-0.78
E_2	-0.23	6.11	-0.98	-1.13	-0.14	-0.89	-0.74	-0.96	-0.51	-0.53
E_3	-0.31	-0.98	7.41	-1.3	-0.29	-1.92	-0.57	-0.97	-0.48	-0.59
E_4	-0.79	-1.13	-1.3	10.5	-0.28	-1.73	-1.16	-1.28	-1.51	-1.32
E_5	-0.23	-0.14	-0.29	-0.28	2.45	-0.47	-0.06	-0.54	-0.07	-0.37
E_6	-0.77	-0.89	-1.92	-1.73	-0.47	9.08	-0.39	-1.37	-0.6	-0.94
E_7	-0.06	-0.74	-0.57	-1.16	-0.06	-0.39	6.1	-1.02	-1.13	-0.97
E_8	-0.33	-0.96	-0.97	-1.28	-0.54	-1.37	-1.02	8.63	-1.02	-1.14
E_9	-0.44	-0.51	-0.48	-1.51	-0.07	-0.6	-1.13	-1.02	6.84	-1.08
E_{10}	-0.78	-0.53	-0.59-	-1.32	-0.37	-0.94	-0.97	-1.14	-1.08	7.72

Tableau III-5 : Matrice Laplacienne Q

La matrice des vecteurs propres *E* de la matrice Laplacienne *Q* est donnée par :

0.0191	-0.0437	0.0056	0.0499	0.0260	-0.0842
0.0667	-0.0233	-0.0951	-0.0266	-0.3319	-0.6319
0.0239	-0.4069	-0.3757	0.3337	0.4311	0.3744
-0.8924	0.2759	0.0422	-0.0065	-0.0216	0.1086
-0.0035	-0.0022	-0.0372	0.0406	-0.0198	-0.0610
0.3921	0.7386	0.2009	-0.0034	0.1608	0.2861
0.0841	0.0528	-0.0453	0.1131	0.4919	-0.5011
0.0444	-0.4431	0.8013	-0.1629	0.0091	0.1196
0.1565	-0.0363	-0.1116	0.4472	-0.6509	0.2269
0.1043	-0.0994	-0.3869	-0.8027	-0.1048	0.1978

Les valeurs propres de la matrice Laplacienne sont données par :

11.987	0	0	0	0	0
0	10.5165	0	0	0	0
0	0	9.5607	0	0	0
0	0	0	8.5073	0	0
0	0	0	0	7.7056	0
0	0	0	0	0	7.1875

La matrice des vecteurs propres pondérés *E'* de la matrice Laplacienne Q est donnée par :

0	-0.0529	0.0087	0.0930	0.0539	-0.1846
0	-0.0282	-0.1481	-0.0497	-0.6867	-1.3845
0	-0.4935	-0.5852	0.6226	0.8921	0.8204
0	0.3346	0.0657	-0.0121	-0.0447	0.2378
0	-0.0027	-0.0579	0.0757	-0.0410	-0.1337
0	0.8958	0.3129	-0.0063	0.3326	0.6267
0	0.0641	-0.0706	0.2110	1.0178	-1.0977
0	-0.5374	1.2483	-0.3038	0.0188	0.2621
0	-0.0441	-0.1738	0.8343	-1.3468	0.4972
0	-0.1206	-0.6026	-1.4975	-0.2168	0.4334

Apres avoir appliqué une heuristique sur la matrice *E'*, les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

k	**Sous-groupes obtenus**	**I**
2	$\{E_1,E_2,E_3,E_5,E_8,E_9,E_{10}\}$; $\{E_4,E_6,E_7\}$	0,36
3	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_6,E_7,E_9,E_{10}\}$; $\{E_5\}$; $\{E_8\}$	0,48
4	$\{E_1,E_2,E_3,E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_4,E_5\}$; $\{E_8\}$; $\{E_9\}$	0,59

Tableau III-6 : Résultats du partitionnement vectoriel

Cette méthode est bien sûr conditionnée par le nombre de sous-groupes que l'on doit déterminer à l'avance. Pour un *k* supérieur à *4* la perte d'information est beaucoup trop grande.

Algorithme proposé

Nous appliquons l'algorithme proposé avec un "*pas"* de *0,1*. Il y aura donc au plus 10 passages. Le tableau III-7 récapitule les résultats obtenus par l'algorithme proposé.

Passage	Arc(k)	Nombre de sous-groupes	Sous-groupes obtenus	I
1	0,1	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
2	0,2	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
3	0,3	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
4	0,4	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
5	0,5	1	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$	0
6	0,6	2	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$; $\{E_5\}$	0,16
7	0,7	2	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$; $\{E_5\}$	0,16
8	0,8	3	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_6,E_7,E_8,E_9,E_{10}\}$; $\{E_5\}$; $\{E_8\}$	0,36

Tableau III-7 : Résultats de la décomposition par l'algorithme proposé

Après le 9ème passage il ne reste plus que des degrés de complémentarité de *0,9*, et dans ce cas la complémentarité est très forte i.e. les entreprises sont coordonnées dans une logique de Réseau Proactive avec une forte intensité de coopération. Au 6ème passage les entreprises sont coordonnées dans une logique de Réseau Proactive avec une intensité moyenne.

III.4.3. Tableau de comparaison des différentes approches

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Décomposition en composantes fortement connexes	Facile à appliquer	Appliquée sur des graphes non pondérés. Nécessité de passer d'une relation floue à une relation nette
Partitionnement vectoriel	Garde l'information du graphe initial. Dans certains cas réduit considérablement le temps de réponse	Appliquée sur des graphes non orientés. Nécessité de symétriser la matrice d'adjacence du graphe
Algorithme proposé	Prend en compte tous les arcs (non symétrie du graphe). Évite une trop grande perte d'information. Prend en compte la qualité de l'information perdue.	Devient lourde à appliquer à partir d'un certain nombre de sommets

Tableau III-8 : Comparaison des approches de partitionnement utilisées

III.5. Conclusion

Le problème de l'analyse de la complémentarité des activités dans un réseau présente des aspects très spécifiques qui nous ont menés à chercher la meilleure façon de le solutionner. Toute modélisation à bien sûr quelque part un caractère réducteur. Cependant nous avons essayé de baser ce travail sur des outils mathématiques qui ont fait leur preuve dans divers domaines d'utilisation.

Après avoir modélisé la complémentarité entre deux entreprises d'un réseau donné en utilisant la théorie des graphes, où les sommets représentent les entreprises du réseau et les liens la complémentarité entre ces entreprises, il fallait décomposer le graphe obtenu. Le partitionnement de graphe est un problème que l'ont retrouve dans divers domaines, et le but est souvent le même : détecter des groupes de sommets plus fortement connectés entre eux que vers les autres sommets. Nous avons étudié diverses méthodes de partitionnement. Cependant nous nous sommes rendus compte que les méthodes proposées ne répondent pas aux besoins spécifiques de notre problématique, à savoir la non symétrie de la relation de complémentarité, et la prise en compte de la qualité de l'information perdue. Nous avons donc proposé un algorithme qui prend en compte ces deux aspects et qui s'est révélé assez efficace par rapport aux autres méthodes utilisées.

CHAPITRE IV

MODELISATION ET ANALYSE DE LA SIMILARITE DES COMPETENCES DANS UN RESEAU D'ENTREPRISES

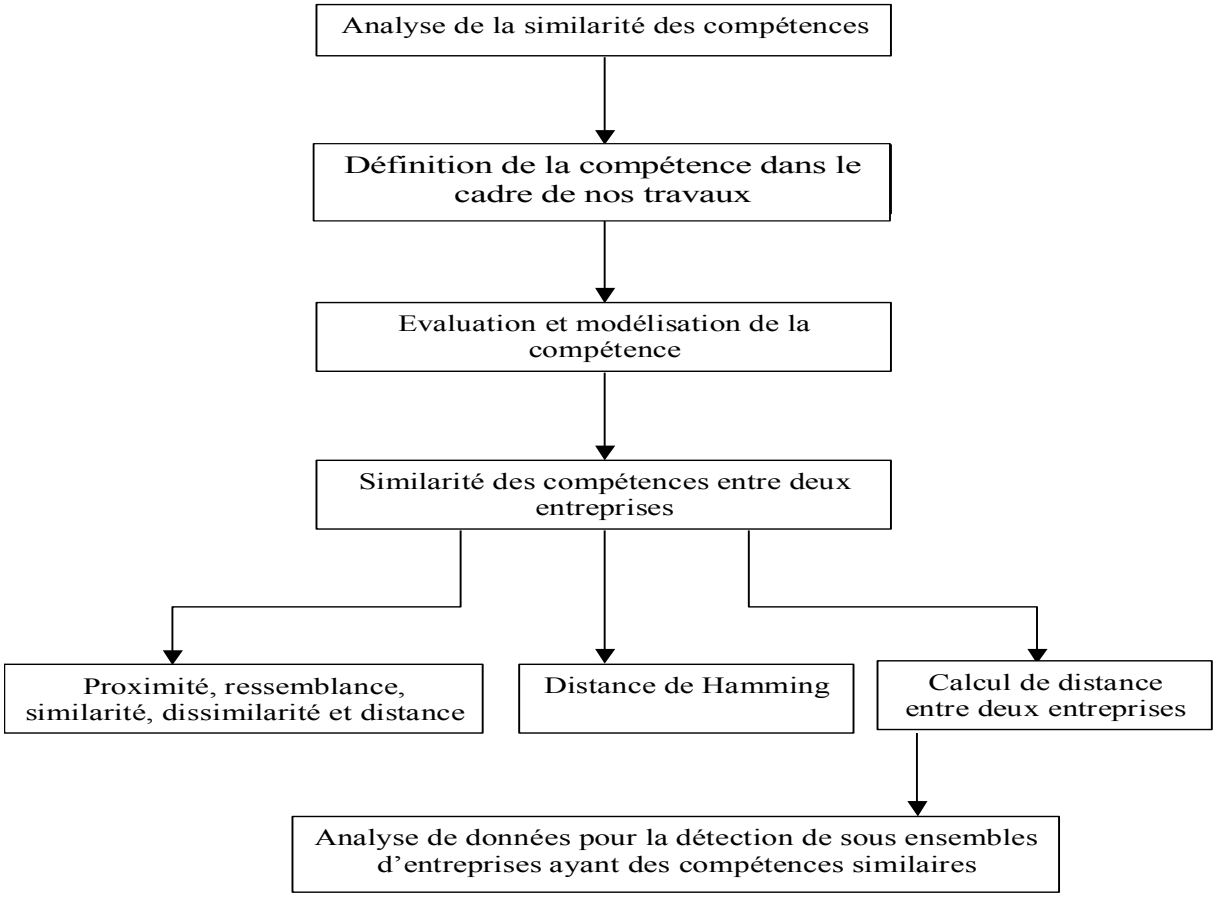
L'analyse de la similarité des compétences au sein du réseau permet de préciser quelles sont les entreprises du réseau qui devraient se coordonner dans une logique de Réseau Réactif ou par une direction hiérarchique au sein d'une même firme, en fonction de la complémentarité de leurs activités. Cette analyse doit s'appuyer sur des outils mathématiques pertinents.

Dans cette partie nous nous intéressons à la modélisation du concept de similarité des compétences dans un réseau d'entreprises. L'objectif est de définir une méthodologie qui nous permette d'isoler les sous-ensembles d'entreprises qui ont des compétences proches.

Pour modéliser et quantifier les compétences nous utilisons des concepts de théorie des sous-ensembles flous (Zadeh 1965). Des notions de distances et de proximités sont utilisées pour quantifier l'éloignement entre les différentes entreprises du réseau en termes de compétences. Finalement des outils d'analyse de données permettent d'identifier les sous-ensembles d'entreprises les plus proches en termes de compétences.

Schéma de présentation du chapitre IV

Le schéma qui suit décrit la logique des différentes sections de ce chapitre.



IV.1. Définition de la compétence dans le cadre de nos travaux

Nous ne donnons pas ici les différentes définitions de la compétence, qui ont fait l'objet d'un large panel de publications aussi bien dans le domaine du génie industriel que dans la gestion, l'économie ou les sciences sociales. Nous citons ici quelques travaux parmi tant d'autres qui ont cerné cette notion (Harzallah et *al.* 1999, Sanchez et *al.* 1996, De Terssac 1996, Prahalad et *al.* 1992). Le but est de clarifier le concept de compétence dans le cadre de notre travail. La question est "*que voulons-nous dire par le mot compétence ?"*.

Les travaux de Richardson (Richardson 1972) sur l'organisation de l'industrie se basaient sur une analyse par les "activités similaires", c'est-à-dire les activités requerrant des compétences proches (une activité mobilise des compétences). Nous préférons parler directement de "compétences similaires". Par compétence, nous entendons ici l'aptitude à assurer la mise en œuvre coordonnée des ressources, de manière à atteindre les objectifs de l'entreprise (Sanchez et *al*. 1996).

La compétence définira donc le métier de l'entreprise et son positionnement dans un environnement technico-économique.

IV.2. Evaluation et modélisation de la compétence

Pour quantifier et modéliser la notion de compétence nous utilisons la théorie des sous-ensembles flous (Zadeh 1965). La théorie des sous-ensembles flous offre un cadre de modélisation plus pragmatique que la logique booléenne classique, elle permet d'évaluer la compétence d'une entreprise dans un intervalle entre 0 et 1. Cette quantification a bien sûr le caractère réducteur de toute modélisation. Cependant, des travaux de terrain ont montré que cette démarche représentait de façon très satisfaisante la carte des compétences d'une organisation (voire par exemple (Boucher et *al.* 2002)).

Nous définissons un ensemble fini de compétences à partir d'un référentiel ou dictionnaire de compétences du type ROME (Répertoire Opérationnel des Métiers et de l'Emploi). Le répertoire ROME présente en effet l'avantage de fournir un standard à l'échelle nationale, et de décrire les compétences de manière agrégée.

On définit donc un ensemble fini *C* de *m* compétences caractérisant le réseau :

$$C = \{C_1, C_2, \ldots C_m\}$$

On note ensuite $\widetilde{E}$ le sous-ensemble flou de *C* défini par :

$$\widetilde{E} = \left\{\mu_{\widetilde{E}}(C_1), \mu_{\widetilde{E}}(C_2), \ldots, \mu_{\widetilde{E}}(C_m)\right\}$$

où $\mu_{\widetilde{E}}(C_i)$ est la fonction caractéristique d'appartenance de C_i dans $\widetilde{E}$, $\mu_{\widetilde{E}}(C_i)$ prenant ses valeurs dans *[0,1]*.

La fonction caractéristique est l'évaluation du degré d'appartenance d'une compétence au sous-ensemble flou $\widetilde{E}$. Si $\mu_{\widetilde{E}}(C_i) = 1$, la compétence C_i appartient totalement à $\widetilde{E}$. Si $\mu_{\widetilde{E}}(C_i) = 0$, la compétence C_i n'appartient pas à $\widetilde{E}$. Entre ces deux extrêmes une compétence peut appartenir faiblement (par exemple $\mu_{\widetilde{E}}(C_i) = 0.2$) ou fortement ($\mu_{\widetilde{E}}(C_i) = 0.9$) à $\widetilde{E}$.

IV.3. Similarité des compétences entre deux entreprises

Comme nous l'avons exposé dans le chapitre II, la proximité de compétences est un argument qui milite pour une coordination hiérarchique, tandis que l'éloignement des compétences incite à une coordination par le marché. L'objectif est donc de quantifier cette proximité et de répondre à la question suivante : *Quel est le degré de similarité entre deux entreprises d'un réseau donné en termes de compétence ?* Pour ce faire nous utilisons des calculs de distance, qui permettent de quantifier l'éloignement des champs de compétences entre deux sous-ensembles flous $\widetilde{E}_1$ et $\widetilde{E}_2$, soit entre deux entreprises E_1 et E_2.

IV.3.1. Proximité, ressemblance, similarité, dissimilarité et distance

Dans cette partie nous allons avoir recours à des notions de distances qui nous permettrons de conceptualiser la ressemblance entre les différentes entreprises d'un réseau en matières de compétences. Avant de se lancer dans les calculs mathématiques et la méthodologie utilisée pour quantifier cette notion de similarité des compétences dans un réseau d'entreprises, faisons tout d'abord la part des choses entre les différents termes de ressemblance, dissemblance, similarité, dissimilarité, métrique, ultramétrique, écart, et

distance, auxquels nous pouvons rajouter le terme de proximité (ici nous parlerons plus d'indice de proximité) qui peut englober ces différents concepts. Cependant la proximité a aussi une connotation un peu différente dans notre étude, puisqu'elle caractérise certains paramètres contingents.

Dans bien des problèmes, l'objet essentiel de l'analyse est le degré de ressemblance[21], ou au contraire de dissemblance qui existe entre les objets. Les indices de proximité sont des nombres qui mesurent et résument le degré de ressemblance entre deux objets définis par un ensemble commun de variables. Ces indices, que l'on peut classer en deux grands groupes : indices de similarité (ou simplement similarité) désignés par *s(i,j)*, et ceux de dissimilarités désignées par *d(i,j)*, se caractérisent par un certain nombre de propriétés mathématiques (Benavent 2001).

L'application de ces propriétés aux différentes mesures de la ressemblance ou de la dissemblance définit des classes d'indicateurs, souvent confondus, qui se déduisent selon la logique présentée dans le schéma de la figure suivante (Benavent 2001, Pinson et *al.* 1981) :

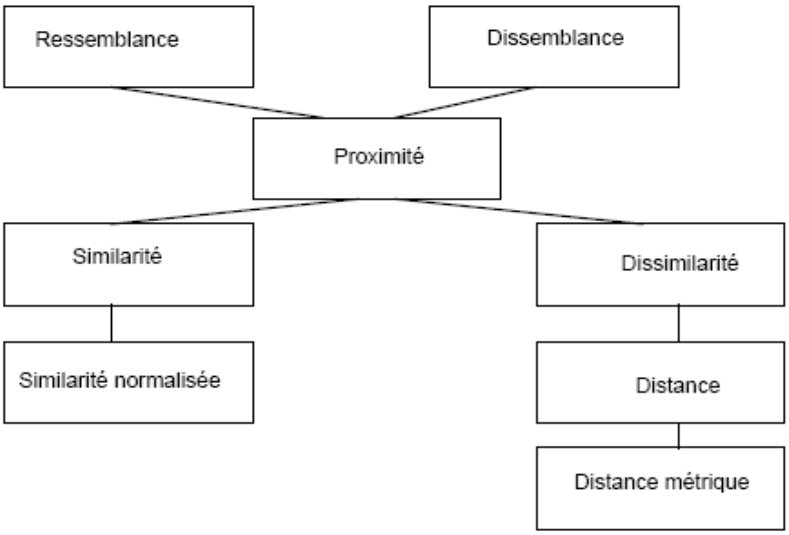


Figure IV-1 : Familles d'indices

Propriété 1 : La non négativité

La non négativité est la première condition pour qu'une similarité, ou une dissimilarité soit une proximité. La similarité et la dissimilarité sur un ensemble *I* doivent être positives ou nulles :

1. $s(i,j) \geq 0$ ou $d(i,j) \geq 0 \ \forall i,j \in I$

[21] Est appelée "mesure de ressemblance" toute application à valeurs numériques qui permet d'exprimer numériquement un lien existant entre les individus ou entre les variables (Diday 1982).

Propriété 2 : La symétrie

La proximité ne dépend pas de l'ordre de présentation :

2. $\forall i, j \in I, d(i,j) = d(j,i)$

3. $\forall i, j \in I, s(i,j) = s(j,i)$

Propriété 3 : La normalisation

Cette condition permet de différencier les similarités des dissimilarités. On impose au premier d'atteindre son maximum en 1 (lorsque l'objet est comparé à lui-même) et au second d'atteindre son minimum en zéro.

4. $\forall i, j \in I, s(i,j) < 1$ et $s(i,j) = 1 \Leftrightarrow i=j$

5. $\forall i, j \in I, d(i,j) > 0$ et $d(i,j) = 0 \Leftrightarrow i=j$

On considère alors que deux objets sont "d'autant plus proches", au sens où ils sont ressemblants dans *I*, que leur similarité est grande et que leur dissimilarité est faible (Bellet et *al.* 1998).

On appelle indice de similarité normalisé (ou similarité normalisée) à 1, et indice de distance (distance), les indices de proximité qui vérifient les trois propriétés précédentes.

La propriété 3 peut se présenter de manière moins restrictive :

3a : il n'est par nécessaire que les variations de similarité soit limitées à l'intervalle [0,1], il suffit que l'indice de similarité atteigne un maximum *s* lorsque l'objet est comparé à lui-même.

3b : On peut aussi accepter l'hypothèse contestable que deux objets distincts peuvent se ressembler autant qu'ils se ressemblent eux-même. Il s'agit ici de la pseudo-similarité.

3c : La même remarque peut être faite pour les indices de distance. On parlera alors d'écart semi-métrique.

Lorsque les indices de proximités vérifient les propriétés de non-négativité, de symétrie et de normalisation, on dit que les couples d'objets, munis de tels indices, forment un espace semi-métrique.

Certains algorithmes réclament cependant une structure métrique plus forte de l'espace. Cela amène à définir une nouvelle propriété. Elle nous sera indispensable pour pouvoir appliquer les algorithmes d'analyse de données (analyse en composantes principales et classification hiérarchique), qui nous permettrons de détecter dans le réseau les sous-ensembles d'entreprises ayant des compétences similaires.

Propriété 4 : Inégalité triangulaire

Pour qu'une distance soit métrique elle doit vérifier en plus des trois propriétés précédentes l'équivalence suivante :

2. $\forall i, j, k \in I, d(i,j) \leq d(i,k) + d(k,j)$

Géométriquement et intuitivement cette propriété se manifeste par le fait que des triplets d'objets forment des triangles dans l'espace. Cette condition est cependant très restrictive,

comme en témoigne l'inexistence d'indice de similarité qui respecte cette propriété, et surtout le fait qu'une matrice de similarités ne peut être transformée sans distorsion en une matrice de distances métriques. Cependant elle caractérisera la notion de distance métrique que nous utilisons dans nos travaux.

Nous devons donc nous assurer que la distance que nous utiliserons vérifie bien les propriétés précédentes la non négativité, la symétrie, la normalisation et l'égalité triangulaire. Nous parlerons dans ce qui suit de distance pour désigner une distance métrique.

IV.3.2. Distance de Hamming

Pour évaluer le degré de similarité des compétences entre deux entreprises d'un réseau donné nous calculons une distance. Le choix d'une distance est fonction du type de variables retenues pour représenter les éléments de l'ensemble. Dans le cadre de notre problématique, nous voulons calculer une distance entre des sous-ensembles flous $\widetilde{E}$:

$$\widetilde{E} = \{C_1|\mu_E(C_1), C_2|\mu_E(C_2),\ldots, C_n|\mu_E(C_n)\}$$

Nous allons donc utiliser une distance de Hamming généralisée relative (Kaufmann 1973).

Distance de Hamming

Rappelons d'abord ce qu'on entend par "Distance de Hamming" dans la logique classique.

Considérons deux sous-ensembles *A* et *B* :

On appellera "distance de Hamming" entre *A* et *B*, la quantité :

$$d(A,B) = \sum \left| \mu_{A(x_i)} - \mu_{B(x_i)} \right|$$

Par exemple si $A=\{1,0,0,1\}$ et $B=\{0,1,0,0\}$

alors $d(A,B) = |1-0|+|0-1|+|0-0|+|1-0| = 1+1+0+1=3$

L'appellation de distance, quelle que soit son utilisation, ne peut pas être employée sans précaution. Il faut, comme cela a été présenté dans la section précédente IV.3.1, que les conditions suivantes soient vérifiées :

$\forall i, j, k \in I$

1) $d(i,k) \geq 0$, non-négativité
2) $d(i,k) = d(k,i)$, symétrie
3) $d(i,k) \leq d(i,j) + d(j,k)$, transitivité
4) On peut ajouter une quatrième : $d(i,i) = 0$

On peut vérifier facilement que la distance de Hamming respecte bien ces 4 conditions.

Distance de Hamming relative

On définit une distance de Hamming relative *d'(A,B)* entre deux sous-ensembles *A* et *B* pour un ensemble fini *I*, avec *n = card I* (nombre d'éléments de *I*), par :

$$d'(A,B) = \frac{1}{n} d(A,B)$$

Distance de Hamming généralisée

La généralisation de la notion de distance de Hamming revient à considérer des sous-ensembles flous et non pas des sous-ensembles classiques. Elle est définie par :

$$d(\widetilde{A},\widetilde{B}) = \sum_{i=1}^{n} \left| \mu_{\widetilde{A}}(x_i) - \mu_{\widetilde{B}}(x_i) \right|$$

Elle généralise la distance de Hamming au cas où :

$$\mu_{\widetilde{A}}(x_i), \mu_{\widetilde{B}}(x_i) \in [0,1], i = 1,2,\ldots,n$$

Et l'on a :

$$0 \le d(\widetilde{A},\widetilde{B}) \le n$$

Distance de Hamming généralisée relative

La distance de Hamming généralisée relative est celle que nous utiliserons dans nos calculs. Elle est définie par :

$$d(\widetilde{A},\widetilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left| \mu_{\widetilde{A}(x_i)} - \mu_{\widetilde{B}(x_i)} \right|$$

On a :

$$0 \le d(\widetilde{A},\widetilde{B}) \le 1$$

IV.3.3. Calcul de la distance entre deux entreprises

La distance de Hamming généralisée relative quantifiera l'éloignement des champs de compétences de deux entreprises E_1 et E_2 du réseau de la manière suivante (Benali et *al.* 2003) :

Pour un réseau d'entreprises *R* composé de *n* entreprises

$$R = \{E_1, E_2, \ldots, E_n\}$$

Un ensemble fini *C* de *m* compétences caractérisant le réseau est défini

$$C = \{C_1, C_2, \ldots C_m\}$$

Les sous-ensembles flous $\widetilde{E}_i$ de *C* sont construits :

$$\begin{cases} \widetilde{E}_1 = \left\{\mu_{\widetilde{E}_1}(C_1), \mu_{\widetilde{E}_1}(C_2), \ldots, \mu_{\widetilde{E}_1}(C_m)\right\} \\ \widetilde{E}_2 = \left\{\mu_{\widetilde{E}_2}(C_1), \mu_{\widetilde{E}_2}(C_2), \ldots, \mu_{\widetilde{E}_2}(C_m)\right\} \\ \vdots \\ \widetilde{E}_n = \left\{\mu_{\widetilde{E}_n}(C_1), \mu_{\widetilde{E}_n}(C_2), \ldots, \mu_{\widetilde{E}_n}(C_m)\right\} \end{cases}$$

où $\mu_{\widetilde{E}_j}(C_i)$ est la fonction caractéristique d'appartenance de C_i dans le sous-ensemble $\widetilde{E}_j$, $\mu_{\widetilde{E}_j}(C_i)$ prenant ses valeurs dans *[0,1]*. Elle représente le degré de maîtrise de la compétence C_i par l'entreprise E_j.

Nous pouvons alors calculer la distance de Hamming généralisée relative entre deux sous-ensembles flous $\widetilde{E}_i$ et $\widetilde{E}_j$, et qui représentera la distance entre deux entreprises E_i et E_j en termes de compétences :

$$d(\widetilde{E}_i, \widetilde{E}_j) = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{m}\left|\mu_{\widetilde{E}_i(C_k)} - \mu_{\widetilde{E}_j(C_k)}\right|$$

pour l'ensemble des entreprises prises deux à deux, nous pouvons calculer la matrice symétrique M_s :

$$M_s = \left(\begin{array}{ccccc} 0 & d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_2) & d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_3) & \ldots & d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_n) \\ d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_2) & 0 & d(\widetilde{E}_2,\widetilde{E}_3) & \ldots & d(\widetilde{E}_2,\widetilde{E}_n) \\ d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_3) & d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_2) & 0 & \ldots & d(\widetilde{E}_3,\widetilde{E}_n) \\ \hline \ldots & \ldots & \ldots & 0 & \ldots \\ \hline d(\widetilde{E}_1,\widetilde{E}_n) & d(\widetilde{E}_2,\widetilde{E}_n) & d(\widetilde{E}_3,\widetilde{E}_n) & \ldots & 0 \end{array}\right)$$

A l'aide d'outils d'analyse de données nous allons analyser cette matrice de distances, pour identifier les sous-groupes d'entreprises qui sont les plus proches en matières de compétences.

IV.3.4. Analyse des données pour la détection de sous-ensembles d'entreprises ayant des compétences similaires

Après avoir obtenu le tableau des distances de Hamming, il n'est pas possible de visualiser ces distances de façon immédiate, car les représentations géométriques associées impliquent des espaces à plus de deux dimensions. Il est donc nécessaire de procéder à des transformations et des approximations pour obtenir une représentation plane. Les techniques factorielles sont justement utilisées pour réduire la dimension de certaines représentations multidimensionnelles au prix d'une perte d'informations qui souvent se révèle avantageuse.

Les visualisations sont souvent limitées à deux ou en général à très peu de dimensions, alors que le nombre d'axes significatifs peut atteindre 8 ou 10. De plus ces visualisations peuvent inclure des centaines de points, et donner lieux à des graphiques chargés et illisibles. Pour ces raisons il paraît utile de procéder à des regroupements en familles homogènes, et c'est là qu'interviennent les méthodes de classification automatique. Ces méthodes fonctionnent de la même manière que les points soient situés dans un espace à deux ou à dix dimensions. Les méthodes de classification allégent, complètent et clarifient la représentation des résultats. L'analyse du tableau des distances de Hamming va se faire en deux étapes : premièrement une analyse factorielle (nous utiliserons l'analyse factorielle des tableaux de distances "AFTD"), deuxièmement une classification hiérarchique.

Complémentarité entre analyse factorielle et classification

Face à de grands tableaux de données, il est indispensable de disposer d'une vue d'ensemble de l'information collectée. Et pour cela les techniques factorielles sont les techniques exploratoires les mieux adaptées. Cependant, les résultats graphiques obtenus par les méthodes factorielles présentent certains inconvénients qui parfois sont interdépendants. Parmi les plus significatifs on peut citer :

1. les difficultés d'interprétation des axes ou plans factoriels au-delà du plan principal ;
2. une compression excessive des données pour obtenir des visualisations à deux ou trois axes peut engendrer des distorsions fâcheuses et des superpositions de points occupant des positions distinctes dans l'espace ;
3. les visualisations peuvent manquer de robustesse car les points marginaux isolés peuvent influencer le premier facteur et par conséquent toutes les dimensions suivantes. Les visualisations peuvent concerner des centaines de points qui donnent lieu à des graphiques illisibles.

Une classification appliquée simultanément à une technique factorielle est un moyen efficace pour remédier aux inconvénients et lacunes cités ci-dessus. La classification corrige certaines déformations dues à l'opération de projection lors de l'analyse factorielle. Les algorithmes de classification sont localement robustes au sens où les parties basses des dendrogrammes produits sont indépendantes des éventuels points marginaux isolés. Il est plus facile de décrire des classes obtenues par la classification qu'un espace continu, même à deux dimensions, obtenu par une analyse factorielle. On allége donc les sorties graphiques tout en améliorant la qualité de la présentation.

Les méthodes factorielles sont nécessaires, malgré leurs insuffisances, car la faculté descriptive des axes, et les descriptions sous formes de continuum géométrique restent irremplaçables. De plus elles jouent le rôle d'un outil de pré-traitement qui va lisser les données (un filtre préservant l'information utile) ce qui améliore la partition en produisant des sous-groupes plus homogènes.

Analyse en composantes principales

Cette méthode a été conçue pour la première fois par Karl Pearson en 1901, et intégrée à la statistique mathématique par Harold Hotelling en 1933 (Hotelling 1933).

Pour analyser les données contenues dans le tableau de distances nous utilisons la méthode d'analyse en composantes principales (ACP) (Diday et *al.* 1982 , Saporta 1990, Lebart et *al.* 1997). Le but est de résumer l'information apportée, et de pouvoir visualiser un nuage de p entreprises dans un sous-espace $\Re^q$ ($q<p$) en respectant au mieux les distances inter-

entreprises. Nous nous intéresserons tout particulièrement à "l'analyse factorielle sur un tableau de distances (AFTD)" appelée aussi "multidimensional scaling (MDS)" (Diday *et al.* 1982, Masson et Denoeux 1999), qui permet de représenter et visualiser l'information contenue dans des tableaux de distances.

Nous cherchons une représentation de chaque entreprise E_i par un vecteur x_i de $\Re^q$ telle que :

$$\forall\ i,j \quad d(x_i,x_j) \approx \delta_{ij}$$

où δ_{ij} représente la mesure de distance dans $\Re^p$.

On note :

$$d_{ij} = d(x_i,x_j), \qquad d_{i.}^2 = \frac{1}{n}\sum_j d_{ij}^2 , \qquad d_{.j}^2 = \frac{1}{n}\sum_i d_{ij}^2 , \qquad d_{..}^2 = \frac{1}{n^2}\sum_{ij} d_{ij}^2$$

On note le barycentre du nuage des x_i affectés de poids égaux par :

$$g = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} x_k \ .$$

On pose : $\tilde{x}_i = x_i - g$ et $\tilde{x}_j = x_j - g$

On note < , > le produit scalaire usuel sur $\Re^q$: $< x, y >= \dfrac{\left[\|x\|^2 + \|y\|^2 - \|x-y\|^2\right]}{2}$

donc le produit scalaire peut s'écrire :

$$< x, y >= -½(d(x,y) - \|x\|^2 - \|y\|^2) \qquad (1)$$

$$< \tilde{x}_i , \tilde{x}_j > \ = \ < x_i , x_j > - \frac{1}{n}\sum_k <x_i , x_k > - \frac{1}{n}\sum_k <x_k , x_j > + \frac{1}{n^2}\sum_{k,l} <x_k , x_l > \qquad (2)$$

On remplace (1) dans l'équation (2) et on obtient :

$$< \tilde{x}_i , \tilde{x}_j > \ = \ - ½ \ (d_{ij}^{\ 2} - d_{i.}^{\ 2} - d_{.j}^{\ 2} + d_{..}^{\ 2})$$

Si $d(x_i,x_j) \approx \delta_{ij}$ on a alors :

$$< \tilde{x}_i , \tilde{x}_j > \ \approx \ - ½ \ (\delta_{ij}^{\ 2} - \delta_{i.}^{\ 2} - \delta_{.j}^{\ 2} + \delta_{..}^{\ 2})$$

Le problème revient donc à approcher les quantités :

$\sigma(i,j) = ½ \ (\delta_{ij}^{\ 2} - \delta_{i.}^{\ 2} - \delta_{.j}^{\ 2} + \delta_{..}^{\ 2})$ par des produits scalaires de vecteurs centrés : $< \tilde{x}_i , \tilde{x}_j >$

Ce qui revient à : $\underset{X(nxq)}{Minimiser} \left\| X^T X - M \right\|$ où M est une matrice carrée symétrique d'ordre n de terme général $\sigma(i,j)$.

Lorsque les *q* plus grandes valeurs propres de la matrice *M* : $\lambda_1>\ldots>\lambda_q$ sont simples et positives, les seules solutions récurrentes du problème sont définies par :

$$X = \left(x_1^* \ldots x_q^*\right) \text{ où } \forall\ k\ x_1^* = \pm\sqrt{\lambda_k}\, u_1^*$$

où $u_1^*,\ldots,\ u_q^*$ sont des vecteurs propres orthonormés de la matrice M associés à $\lambda_1,\ldots,\lambda_q$.

Une mesure de la qualité relative de l'approximation, appelée aussi "*stress*" est donnée par :

$$\tau_q = 1 - \frac{\lambda_1^2 + \ldots + \lambda_q^2}{\sum_{i,j} \sigma(i,j)^2} \qquad \begin{cases} si\ \tau_q \approx 0 \quad \Rightarrow \quad bonne\ approximation \\ si\ \tau_q \approx 1 \quad \Rightarrow \quad mauvaise\ approximation \end{cases}$$

Le stress permet de choisir des dimensions qui sont acceptables, c'est-à-dire un nombre de dimensions pour lequel la perte d'information n'est pas grande.

Notons que cette méthode peut être étendue pour analyser des données exprimées sous forme d'intervalles ou de nombres flous (Masson et *al.* 1999). Ainsi, nous pouvons représenter le nuage des *n* entreprises dans un espace réduit en respectant au mieux les distances d'entrées. Cela permettra de repérer les ensembles d'entreprises les plus proches sur le plan des compétences.

Classification hiérarchique

Le but de ces méthodes est de découvrir des structures cachées dans l'ensemble des individus, ces structures étant des groupes ou des hiérarchies. Elles font appel à une démarche algorithmique et non à un calcul formalisé usuel, contrairement aux techniques factorielles qui sont la solution d'une équation qui peut s'écrire sous forme condensée.

Il existe plusieurs méthodes de classification. Certaines d'entre elles ont pour but d'établir une partition des individus en un certain nombre de groupes, ce nombre étant généralement choisi préalablement. Les méthodes hiérarchiques, qui nous intéressent et que nous utilisons dans notre étude, ont pour but d'établir des groupes d'individus similaires puis des assemblages de groupes formant des "super-groupes" eux-mêmes réunis dans des classes plus hétérogènes.

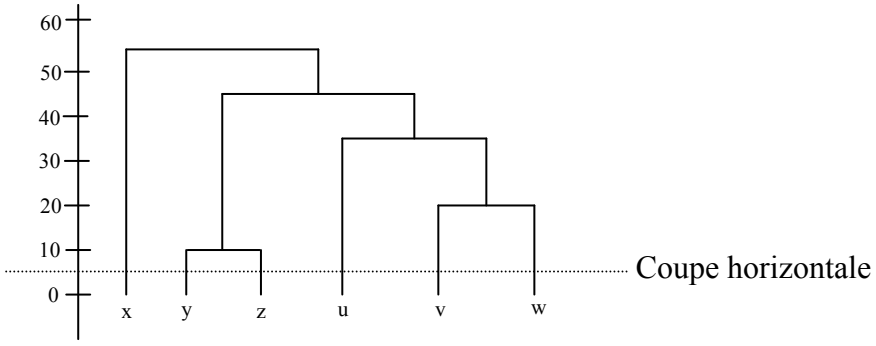


Figure IV-2 : Arbre hiérarchique ou dendrogramme

Un dendrogramme est dessiné pour présenter les emboîtements des groupes (figure IV-2). Les individus (entreprises dans notre cas) apparaissent à l'extrémité inférieure des branches de l'arbre. L'axe vertical sur la gauche représente une mesure de l'éloignement des groupes les uns par rapport aux autres. Ainsi dans la figure ci-dessus la distance entre les deux groupes {u} et {v,w} est de 20.

Deux types de méthodes existent pour construire le dendrogramme : soit on construit l'arbre à partir du "bas", c'est-a-dire en regroupant les individus les plus proches, puis en réitérant le processus sur les groupes obtenus ; soit en commençant par le "haut", en procédant par subdivisions successives de l'ensemble à classer (Grangé, 1994).

Les coupes horizontales nous permettrons d'obtenir des sous-groupes avec des similarités plus ou moins fortes. Plus la coupe horizontale se situe vers le bas plus la similarité dans les sous-groupes est forte, et plus les liens entre les entreprises sont forts. Les coupes horizontales nous permettrons de graduer les liens de type "Réseau Réactif". Le dendrogramme permet, non seulement, de définir le mode de coordination, mais aussi d'évaluer son intensité. Nous allons choisir 3 coupes, ce qui signifie que nous obtiendrons trois degrés d'intensité de la coopération de type réseau réactif : faible, moyenne et forte.

Nous n'allons pas développer d'avantage ces algorithmes et méthodes car nous nous situons comme utilisateurs.

IV.4. Etude d'un exemple

Pour illustrer la méthodologie présentée ci-dessus, nous donnons dans ce qui suit une analyse de la similarité des compétences dans un réseau de 10 entreprises, E_1, E_2, …, E_{10} travaillant dans le secteur mécanique. Le réseau est évalué sur 4 compétences clés :

C_1 : Usinage

C_2 : Assemblage

C_3 : Forgeage

C_4 : Découpe

L'évaluation des compétences de chaque entreprise du réseau à travers un questionnaire a donné les résultats suivants :

	C_1	C_2	C_3	C_4
E_1	0,2	0,5	0,7	0,8
E_2	0,9	1	0,2	0,1
E_3	0,9	0,9	0,1	0,1
E_4	0	0,1	0,9	0,8
E_5	0,9	0,1	1	0,5
E_6	0,5	0,1	0,8	0,2
E_7	0,5	0,9	0,1	1
E_8	0,7	0	0,3	0,1
E_9	0	0,4	0,9	0,5
E_{10}	0,3	0,9	0,1	0,7

Tableau IV-1 : Evaluation des compétences dans le réseau

Le calcul des distances de Hamming entre les dix entreprises du réseau, à partir du tableau d'évaluation des compétences donne :

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	0	0,6	0,6	0,2	0,425	0,35	0,375	0,55	0,2	0,3
E_2	0,6	0	0,05	0,8	0,525	0,5	0,375	0,325	0,65	0,35
E_3	0,6	0,05	0	0,8	0,525	0,5	0,2	0,325	0,65	0,3
E_4	0,2	0,8	0,8	0	0,325	0,3	0,575	0,525	0,15	0,5
E_5	0,425	0,525	0,525	0,325	0	0,225	0,65	0,35	0,325	0,225
E_6	0,35	0,5	0,5	0,3	0,225	0	0,575	0,225	0,3	0,55
E_7	0,375	0,375	0,2	0,575	0,65	0,575	0	0,55	0,575	0,125
E_8	0,55	0,325	0,325	0,525	0,35	0,225	0,55	0	0,525	0,45
E_9	0,2	0,65	0,65	0,15	0,325	0,3	0,575	0,525	0	0,45
E_{10}	0,3	0,35	0,3	0,5	0,225	0,55	0,125	0,45	0,45	0

Tableau IV-2 : Distances inter-entreprises en termes de compétences.

Afin d'identifier les entreprises proches en termes de compétences nous allons appliquer une analyse factorielle sur ce tableau de distances (tableau IV-2), suivie d'une classification hiérarchique. Pour ce faire nous utilisons le logiciel XLSTAT version 6.0.

L'évolution du stress nous permet de voir la perte d'information en fonction du nombre de dimensions que l'on choisit.

Dimension	2	3	4
Stress	0,321	0,277	0,277

Tableau IV-3 : Evolution du stress

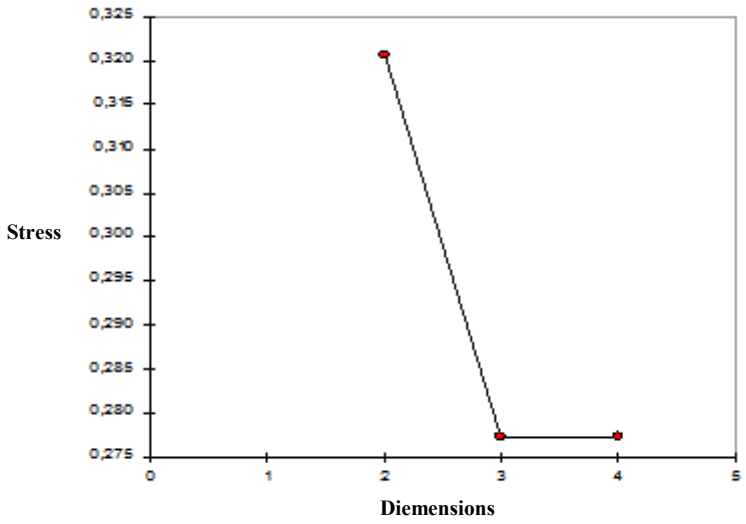


Figure IV-3 : Evolution du Stress pour les dimensions 2 à 4

La meilleure valeur du stress est obtenue pour un espace de représentation à 3 dimensions. Pour des raisons de visibilité nous donnons dans ce qui suit le positionnement des 10 entreprises du réseau dans un espace à 2 dimensions (figure IV-4). Cependant la classification hiérarchique (figure IV-5) est basée sur les résultats obtenus pour un espace à 3 dimensions.

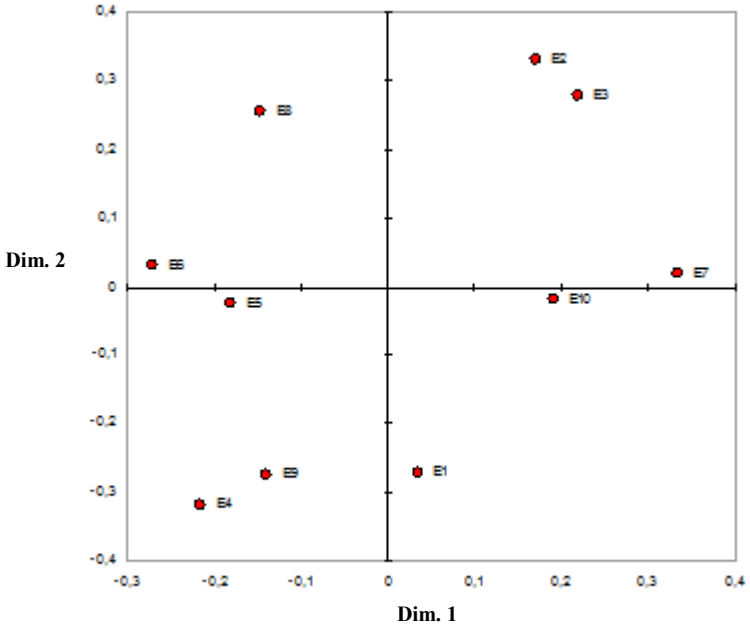


Figure IV-4 : Positionnement dans un espace à deux dimensions

Le tableau IV-4 présente les distances mesurées dans l'espace de représentation à 3 dimensions :

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
E_1	0	0,608	0,570	0,235	0,387	0,381	0,412	0,528	0,207	0,333
E_2	0,608	0	0,075	0,741	0,524	0,524	0,353	0,332	0,670	0,362
E_3	0,570	0,075	0	0,721	0,524	0,533	0,283	0,367	0,653	0,313
E_4	0,235	0,741	0,721	0	0,352	0,329	0,621	0,557	0,149	0,500
E_5	0,387	0,524	0,524	0,352	0	0,248	0,537	0,351	0,323	0,362
E_6	0,381	0,524	0,533	0,329	0,248	0	0,572	0,250	0,306	0,456
E_7	0,412	0,353	0,283	0,621	0,537	0,572	0	0,525	0,563	0,191
E_8	0,528	0,332	0,367	0,557	0,351	0,250	0,525	0	0,511	0,443
E_9	0,207	0,670	0,653	0,149	0,323	0,306	0,563	0,511	0	0,443
E_{10}	0,333	0,362	0,313	0,500	0,362	0,456	0,191	0,443	0,443	0

Tableau IV-4 : Distances mesurées dans l'espace à 4 dimensions

Une classification hiérarchique sur le tableau de distances mesurées dans l'espace à 3 dimensions (tableau IV-4), donne le dendrogramme suivant :

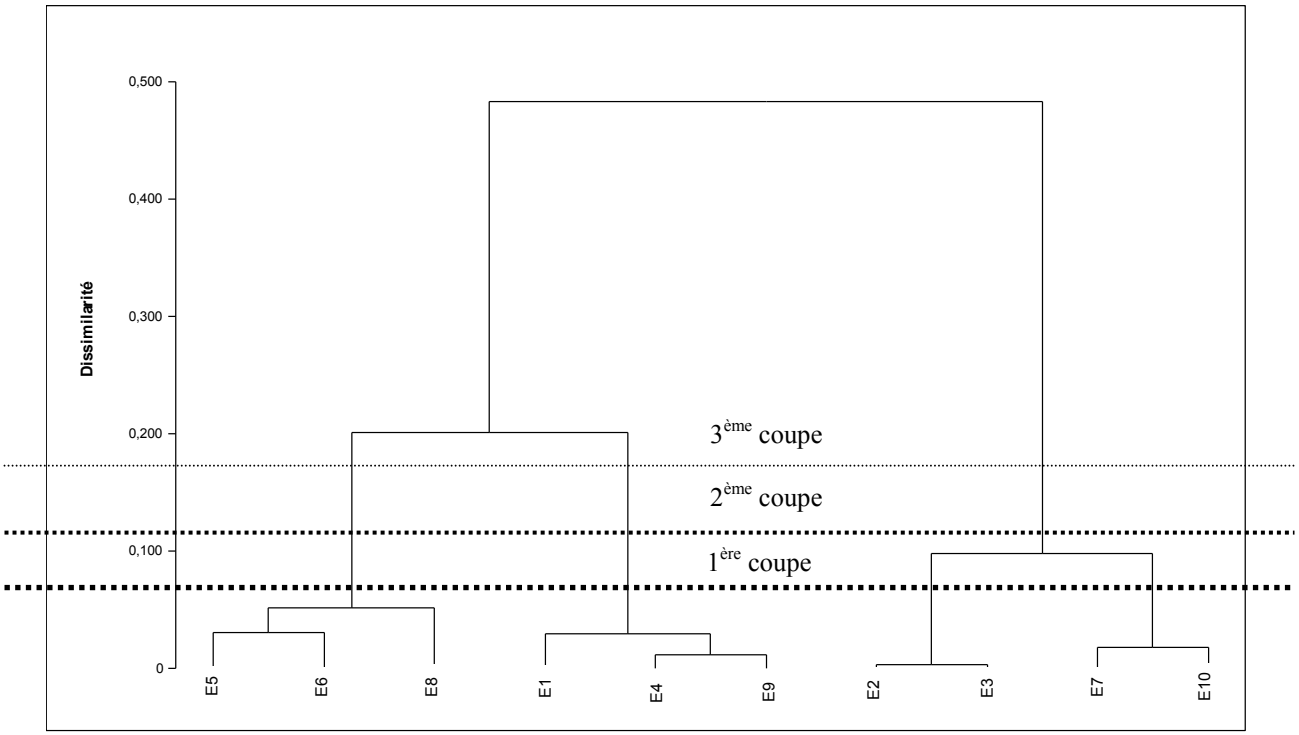


Figure IV-5 : Classification hiérarchique

Les trois coupes horizontales permettent d'identifier les sous-groupes proches en termes de compétences avec des niveaux faible, moyen, et fort.

1ère coupe (intensité forte) :

$F_1 = \{E_5, E_6, E_8\}$;

$F_2 = \{E_1, E_4, E_9\}$;

$F_3 = \{E_2, E_3\}$;

$F_4 = \{E_7, E_{10}\}$.

2ème coupe (intensité moyenne) :

$F_{m1} = \{E_5, E_6, E_8\}$;

$F_{m2} = \{E_1, E_4, E_9\}$;

$F_{m3} = \{E_2, E_3, E_7, E_{10}\}$.

3ème coupe (intensité faible) :

$F_{f1} = \{E_5, E_6, E_8, E_1, E_4, E_9\}$;

$F_{f3} = \{E_2, E_3, E_7, E_{10}\}$.

IV.5. Conclusion

La proximité, le calcul de distances et l'analyse de données sont au cœur de ce chapitre. Nous avons proposé une approche mathématique de la similarité des compétences entre deux entreprises. La finalité est de détecter les sous-groupes d'entreprises proches en termes de compétences au sein d'un réseau. Nous nous sommes appuyés pour cela sur des outils mathématiques.

Il est clair que cette méthodologie laisse quelques éléments de côté comme toute modélisation, et que des informations ne sont pas prises en compte. Cependant, les données importantes sont préservées et les entreprises fortement similaires sont toujours identifiées. L'exemple d'application, à la fin du chapitre, fait partie d'un panel d'exemples que nous avons testé pour vérifier que la méthodologie fait bien ressortir les groupes similaires.

Nous verrons en annexe I comment nous appliquons ces calculs concrètement, et comment la construction du questionnaire prend en compte les différentes considérations de ce chapitre.

CHAPITRE V

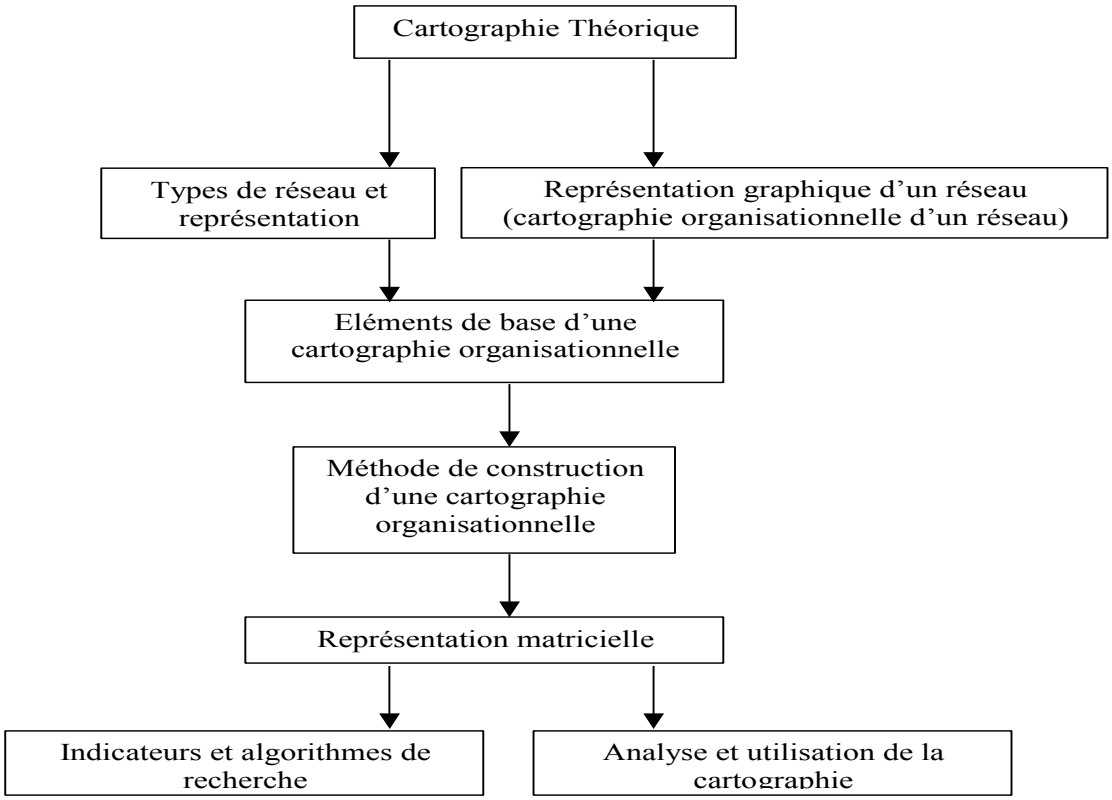
CARTOGRAPHIE DES MODES DE COORDINATION PREFERENTIELS D'UN RESEAU D'ENTREPRISES

L'avènement du connexionisme dans les années 40 (Mac Culloch et *al.* 1943) a été une aubaine pour un grand nombre de disciplines, notamment en ce qui concerne l'étude des réseaux de tout genre. En science et théorie de l'organisation ce courant a inspiré un grand nombre de travaux. (Jarillo 1988, Thorelli 1986, Birley 1986) furent parmi les premiers à utiliser la notion de "*Networking*". (Burt et *al.* 1994, Lazega 1994) ont utilisé le réseau comme méthode d'analyse des entreprises, via le prisme relationnel qui relie ces firmes. Le connexionisme peut donc être considéré comme un modèle de réseaux et comme un outil d'analyse des réseaux. (Butera 1991) affirme quant à lui qu'une organisation et plus particulièrement l'entreprise-réseau "*existe comme système d'organisations produisant des objectifs et doté de systèmes de contrôle à partir du moment où ses composants peuvent être identifiés, répertoriés et gérés intentionnellement*", et décompose ainsi le réseau en quatre éléments distincts : les nœuds, les connexions, la structure (créée par les réseaux et les connexions), les propriétés fonctionnelles. Dans ce contexte nous allons nous inspirer de ces définitions mais aussi de la théorie des graphes pour représenter et modéliser un réseau d'entreprises.

Ce chapitre est une continuité des trois chapitres précédents. Il combine les résultats de ces trois chapitres pour construire une cartographie théorique des modes de coordination au sein d'un réseau d'entreprises. Le résultat du chapitre III permet d'identifier les sous-groupes d'entreprises ayant des activités complémentaires dans le réseau. Le résultat du chapitre IV permet d'identifier les sous-groupes d'entreprises proches en termes de compétences. Ces deux résultats sont analysés via la typologie présentée dans le chapitre II pour identifier un mode de coordination préférentiel entre les entreprises du réseau. Le présent chapitre explique le cheminement suivi pour représenter ces résultats graphiquement au travers d'une cartographie organisationnelle.

Une organisation en réseau est caractérisée par un tissu de relations entre les acteurs du réseau (interconnexions entre les nœuds). Dans ce chapitre nous utilisons notre méthodologie d'analyse pour reconstituer ce tissu relationnel. Pour cela, nous allons recourir à une représentation graphique qui s'appuie sur la définition des liens entre les acteurs en utilisant notre méthode d'analyse des modes de coordination. La représentation graphique par une cartographie utilise la théorie des graphes. La cartographie présente de façon schématique la physionomie du réseau (de ses arêtes et de ses nœuds).

Schéma de présentation du chapitre V



V.1. Cartographie organisationnelle d'un réseau (représentation graphique du réseau)

Le type d'organisation que nous étudions, i.e. la structure en réseau, est caractérisé par des acteurs qui sont les entreprises, et par un tissu relationnel entre ces acteurs qui représente les différents modes de coordination entre les entreprises du réseau. Pour reconstituer le tissu d'interconnexions entre les différentes entreprises du réseau étudié, nous disposons d'un panel de méthodes. Et notamment, l'analyse des réseaux en sociologie des organisations, elle même s'inspirant de la théorie des graphes, permet de décrire un ensemble fini d'acteurs ou d'entités connectés les uns aux autres. Cette méthode sert souvent à reconstituer la structure d'une entreprise ou d'un réseau en recourant à des représentations graphiques ou matricielles qui s'appuient sur l'étude des liens et des positions entre acteurs. "*Le recours à un schéma présente l'avantage d'exprimer de façon simple, sous forme géométrique la configuration d'une structure sociale ou autre"* (Assens 1995).

Le réseau d'entreprises est une organisation sans frontière. (Weiss 1994) compare le réseau d'entreprises à une organisation dont l'étendue paraît sans limite. Comment dans ce cas tracer les limites d'un réseau sans perdre de l'information et réduire les observations? (Assens 1999) propose de prendre en compte trois aspects importants : indiquer la raison d'être du réseau (pourquoi les entreprises forment un tout), définir le niveau d'analyse (la nature des parties à l'intérieur du tout), et enfin préciser la dimension de l'analyse (la nature des liens entre ces

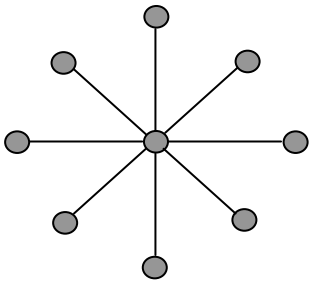
parties). Dans la même optique (Rouge 1989) propose de délimiter un réseau par des nœuds et des connexions : "*dans la représentation courante, les réseaux évoquent l'image d'une trame continue et homogène. Dans la réalité, ils se composent d'éléments divers qui relèvent de deux types de structures différentes par nature : d'une part les points remarquables que constituent les nœuds, les centres disposés pour former un ensemble : chacun servant aux autres dans la mesure où il en reçoit ou lui donne un appui ; d'autre part les lignes qui les relient, et qui ne sont pas toujours matérialisées.*"

De nombreux auteurs utilisent cette technique pour décrire des réseaux d'entreprises. Par exemple (Barreyre 1992) a introduit la notion de réseau "Saturnien" en connectant une grande entreprise à une constellation de petits sous-traitant spécialisés.

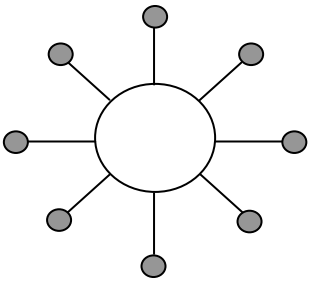
Nous allons donc nous inspirer de ces considérations pour représenter graphiquement un réseau d'entreprises par une cartographie organisationnelle. La cartographie est composée de trois éléments : les nœuds (les entreprises), les arrêtes (les interconnexions), le type de l'interconnexion (le mode de coordination).

V.2. Les différents types de réseaux

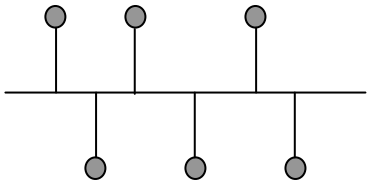
Comme nous l'avons vu plus haut un réseau sera représenté par des nœuds et les relations reliant ces nœuds. Dans un réseau de plus de deux nœuds, plusieurs types de réseaux d'entreprises existent. La figure V-1 (Thoben et *al.* 2001) donne un aperçu des représentations des réseaux les plus connus. Nous nous situons dans la forme *"e"*. En effet, d'après (Thoben et *al.* 2001) un réseau d'entreprises est une combinaison plus ou moins complexe de différents types de relations bilatérales.



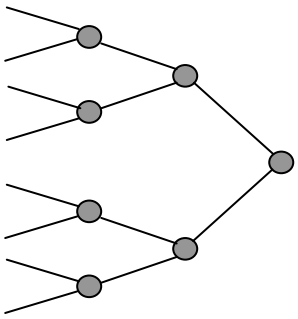
a. Type étoile



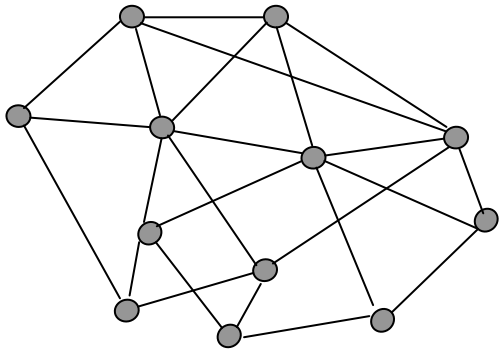
b. Type anneau



c. Type bus



d. Type arbre



e. Réseau général

Figure V-1 : Représentations des différents types de réseaux.

Nous représenterons donc un réseau d'entreprises par un ensemble de relations bilatérales reliant des entreprises. Nous nous inspirerons de la forme "*e*" représentée dans la figure ci-dessus.

V.3. Eléments de base d'une cartographie organisationnelle

Nous devons intégrer dans la représentation graphique d'un réseau deux dimensions importantes : le type de la relation (le mode de coordination), et le niveau d'intensité de la relation. La figure V-2 illustre les éléments de base de la cartographie.

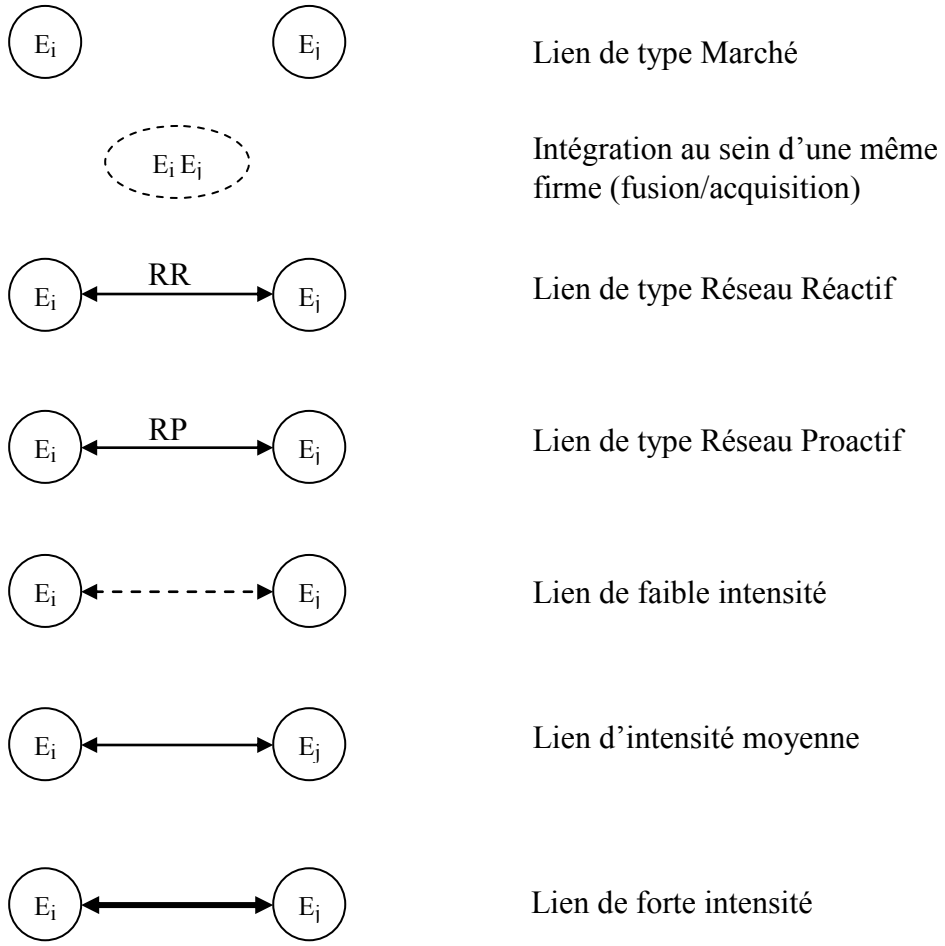


Figure V-2 : Eléments de base pour la construction de la cartographie

On peut obtenir des combinaisons de ces différents composants (par exemple : un lien de type RP de forte intensité ou de faible intensité). Le type et l'intensité des liens inter-entreprises sont obtenus au travers des méthodologies d'analyse présentées dans les chapitres précédents, basées sur la complémentarité des activités et la similarité des compétences. La section suivante explique la méthode de construction d'une cartographie.

V.4. Méthode de construction d'une cartographie organisationnelle

Le schéma de la figure V-3 explique les étapes suivies dans la démarche de construction d'une cartographie des modes de coordination privilégiés d'un réseau d'entreprises données :

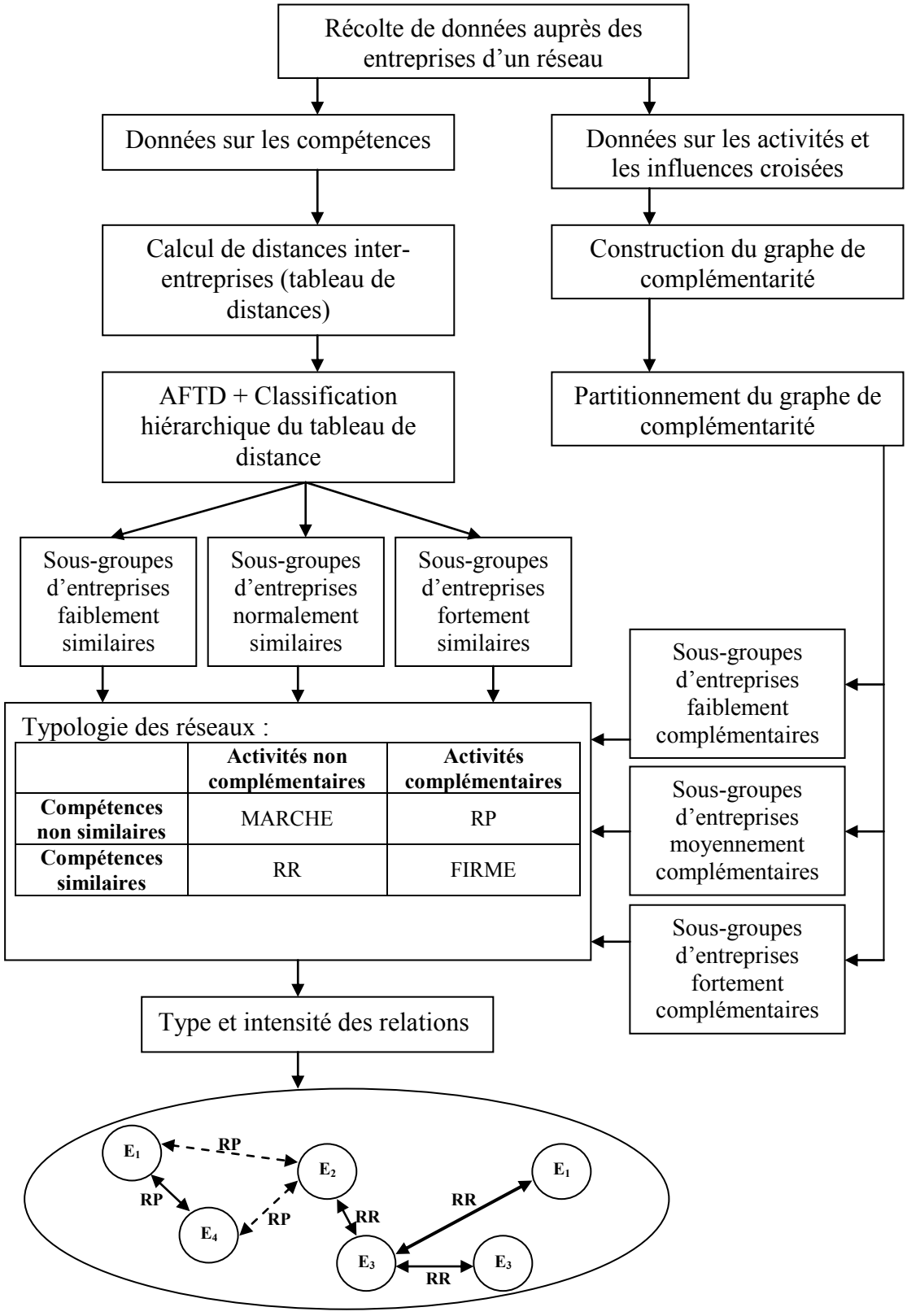


Figure V-3 : Méthodologie pour la construction d'une cartographie

Nous avons utilisé dans le chapitre III sur la complémentarité des activités trois méthodes différentes de partitionnement de graphe. L'utilisation de ces méthodes peu influencer la structure de la cartographie. Des liens de type Réseau Proactif peuvent aussi être négligés ou mal placés. Cependant, la graduation de l'intensité atténue ces effets. Nous avons aussi vu que l'algorithme de partitionnement proposé donne de meilleurs résultats que les autres méthodes. Dans l'exemple qui suit nous allons voir une application pour la construction d'une cartographie d'un réseau à 10 entreprises.

V.5. Exemple d'application pour la construction d'une cartographie

Nous appliquons, dans cette section, notre méthodologie sur l'exemple de réseau constitué de 10 entreprises E_1, E_2,…, E_{10}, qui a été utilisé dans les chapitres III et IV.

V.5.1. Analyse de la similarité des compétences

L'analyse de la similarité des compétences du réseau a été faite lors du chapitre IV, les résultats obtenus sont :

Intensité forte :

$F_1 = \{E_5, E_6, E_8\}$;

$F_2 = \{E_1, E_4, E_9\}$;

$F_3 = \{E_2, E_3\}$;

$F_4 = \{E_7, E_{10}\}$.

Intensité moyenne :

$F_{m1} = \{E_5, E_6, E_8\}$;

$F_{m2} = \{E_1, E_4, E_9\}$;

$F_{m3} = \{E_2, E_3, E_7, E_{10}\}$.

Intensité faible :

$F_{f1} = \{E_5, E_6, E_8, E_1, E_4, E_9\}$;

$F_{f3} = \{E_2, E_3, E_7, E_{10}\}$.

V.5.2. Analyse de la complémentarité des activités

L'analyse de la complémentarité des activités a fait ressortir les résultats suivants (voir chapitre III) :

Résultats de la décomposition en composantes fortement connexes

Les résultats de cette méthode de partitionnement sont résumés dans le tableau V-1. Les résultats complets sont donnés dans le tableau III-3.

α	Nombre de sous-groupes	Sous-groupes obtenus	I	Intensité
0,4	3	$\{E_1,E_2,E_3,E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_4\}$; $\{E_5,E_8, E_9\}$	0,54	Moyenne
0,5	5	$\{E_1,E_2,E_3\}$; $\{E_4\}$; $\{E_5\}$; $\{E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_8,E_9\}$	0,8	Forte

Tableau V-1 : Résumé les résultats de la décomposition en composantes fortement connexes

Résultats du partitionnement vectoriel

Les résultats de cette méthode de partitionnement sont résumés dans le tableau V-2 :

k	Sous-groupes obtenus	I	Intensité
3	$\{E_1,E_2,E_3,E_5,E_8,E_9,E_{10}\}$; $\{E_4,E_6,E_7\}$	0,36	Moyenne
4	$\{E_1,E_2,E_3,E_6,E_7,E_{10}\}$; $\{E_4,E_5\}$; $\{E_8\}$; $\{E_9\}$	0,59	Forte

Tableau V-2 : Résultats du partitionnement vectoriel

Résultats de l'algorithme proposé

Les résultats de cette méthode de partitionnement proposée sont résumés dans le tableau V-3. Les résultats complets sont donnés au chapitre III.

Passage	Arc(k)	Nombre de sous-groupes	Sous-groupes obtenus	I	Intensité
8	0,8	3	$\{E_1,E_2,E_3,E_4,E_6,E_7,E_9,E_{10}\}$; $\{E_5\}$; $\{E_8\}$	0,36	Forte

Tableau V-3 : Résultats du partitionnement par l'algorithme proposé

V.5.3. Construction de la cartographie

Nous allons maintenant construire la cartographie du réseau à partir des résultats obtenus ci-dessus et de la typologie des réseaux proposée. Nous allons construire une cartographie pour chaque méthode de partitionnement.

La construction suit une démarche précise. Nous établissons d'abord les liens de forte intensité, ensuite les liens de moyenne intensité et qui n'existent pas dans les sous-groupes de forte intensité, enfin les liens de faible intensité et qui n'existent pas dans les sous-groupes de moyenne intensité. On procède donc par couches superposées.

Nous n'allons pas prendre en compte ici les liens de faible intensité pour ne pas encombrer le graphique. De plus, les liens qui nous intéressent et qui sont les plus représentatifs sont les liens à forte intensité, suivis des liens à moyenne intensité.

Cartographie obtenue par la méthode de décomposition en composantes fortement connexes

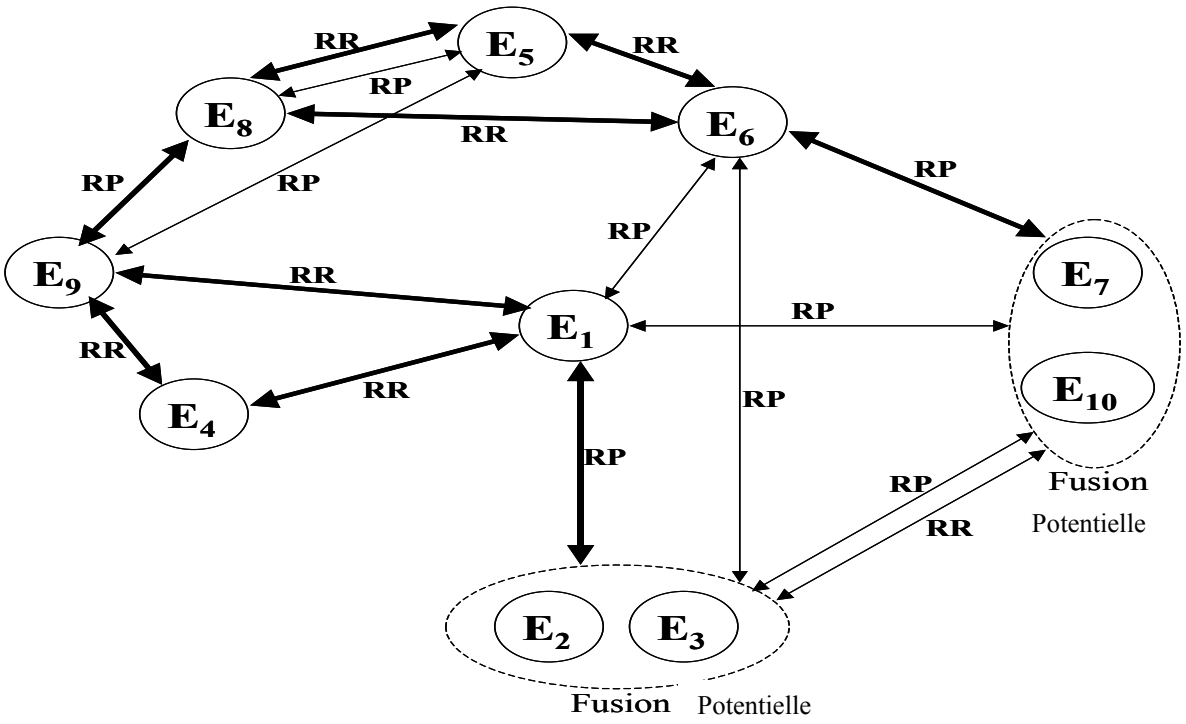


Figure V-4 : Cartographie pour une décomposition en composantes fortement connexes

Cartographie obtenue par la méthode de partitionnement vectoriel

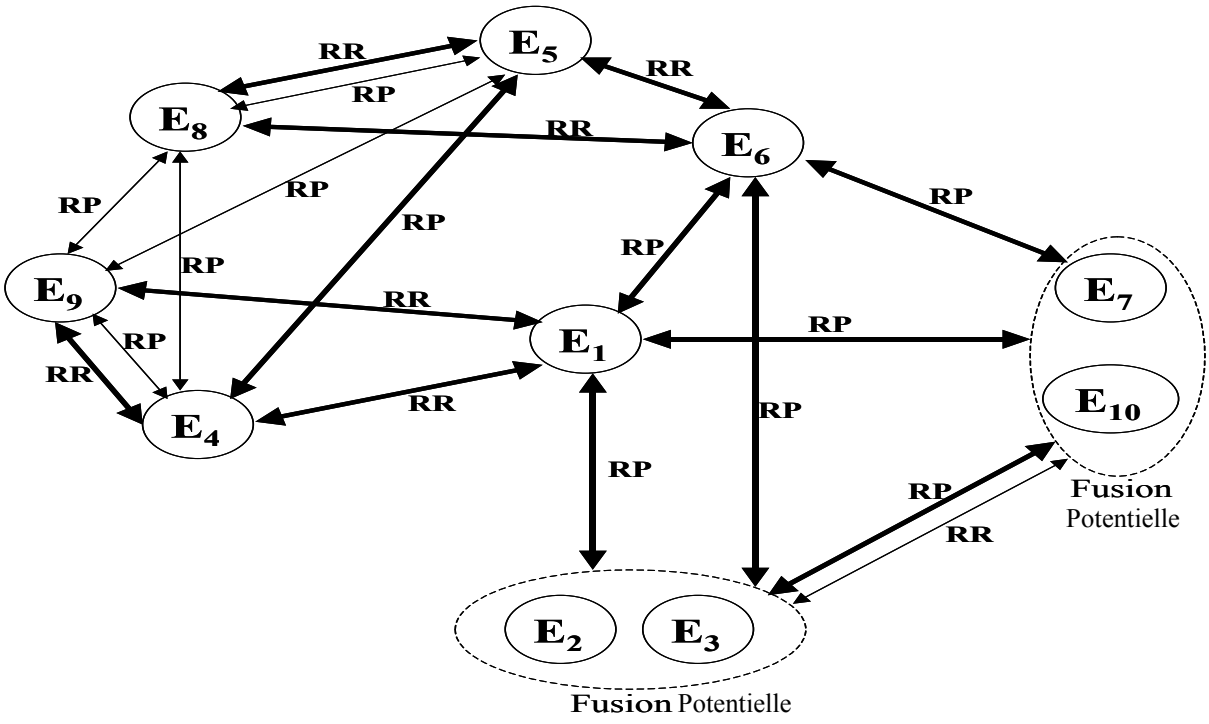


Figure V-5 : Cartographie obtenue pour un partitionnement vectoriel

Cartographie obtenue par la méthode de l'algorithme proposé

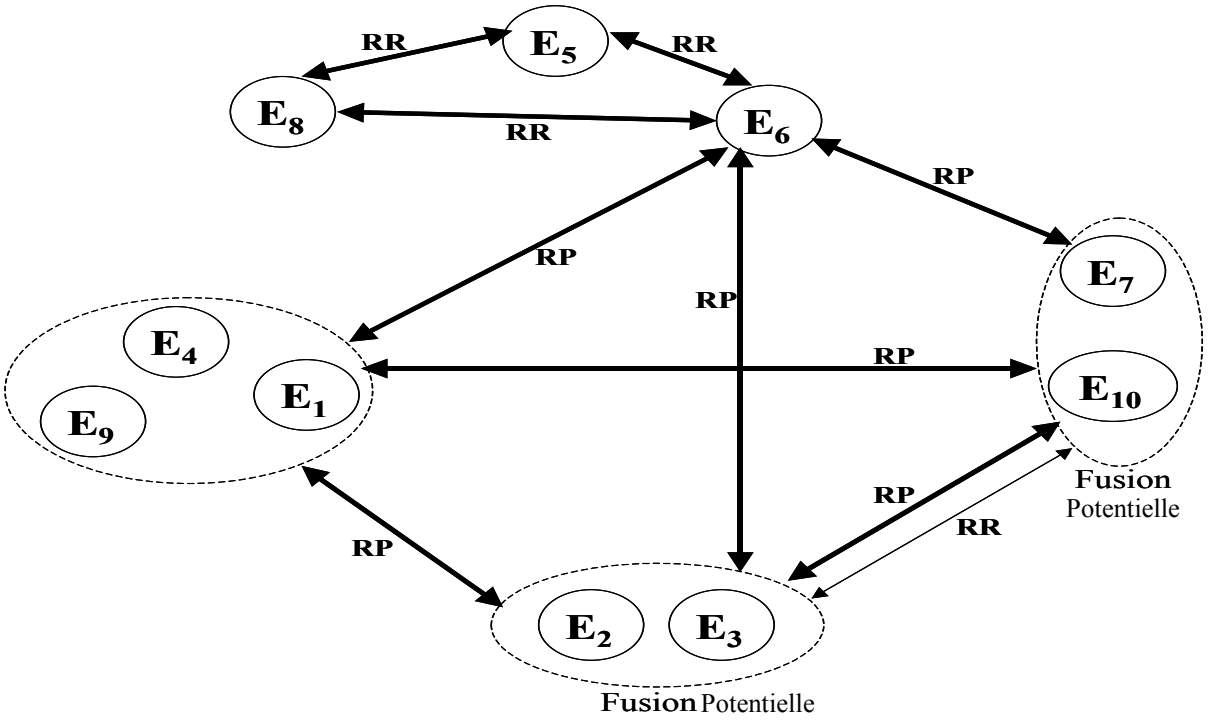


Figure V-6 : Cartographie obtenue pour l'algorithme proposé

Nous remarquons que, selon la méthode de partitionnement de graphe utilisée, la cartographie change. Certaines relations de type Réseau Proactif qui n'existaient pas dans une cartographie apparaissent dans une autre. Mais il y a aussi des relations qui sont inchangées quelle que soit la méthode de partitionnement utilisée, signe d'une très forte complémentarité et d'une étroite collaboration. Nous pouvons citer comme exemple la situation de fusion/acquisition entre les deux entreprises E_2 et E_3.

Faisons maintenant une comparaison entre les trois cartographies en termes de nombre de liens et de leur intensité :

	RP Fort	RP Moyen	Total	fusion/acquisition
Cartographie 1 (Fig. V-4)	5	6	11	2
Cartographie 2 (Fig. V-5)	9	5	14	2
Cartographie 3 (Fig. V-6)	11	0	11	5

Tableau V-4 : Comparaison entre les trois cartographies

Nous remarquons que le nombre de liens fort augmente, 5 liens pour la première méthode, 9 pour la décomposition vectorielle, et enfin 11 pour la méthode proposée. Cela est dû à la contrainte de la qualité de la coupe (Chapitre III). En effet, l'algorithme proposé n'élimine pas les arcs avec un haut degré, ce qui a pour effet de garder les fortes complémentarités qui ainsi apparaissent dans la cartographie aux travers des liens de type Réseau Proactif forts. Cette caractéristique a aussi pour effet de faire ressortir les fortes synergies au travers de possibilités de fusion/acquisition.

La représentation graphique a bien entendu ses limites. Elle devient illisible au bout d'un certain nombre d'entreprises et d'interconnexions. Aussi, elle est exploitable seulement à

l'œil nu, et d'un point de vue mathématique il est préférable de recourir à une représentation matricielle.

V.6. Représentation matricielle

La représentation graphique peut être complétée ou parfois remplacée, quand elle devient illisible, par une représentation matricielle. S'il est relativement facile d'analyser un réseau de petite taille lorsqu'il est représenté graphiquement, cette analyse est beaucoup moins évidente et immédiate lorsque le réseau est de grande taille. Dans ce cas nous allons recourir à une représentation sous forme de matrice. La représentation matricielle est utile pour repérer et évaluer le rôle et la position des nœuds par exemple. Elle nous aide à reconstituer la structure du réseau afin de le décomposer en blocs homogènes ou clusters. En outre, à partir de la méthode matricielle, il est possible de modéliser par des algorithmes et des programmes informatiques[22] la trame et les limites d'un réseau, et de faire des recherches à l'intérieur du réseau. Il sera aussi possible de faire des comparaisons plus approfondies entre deux cartographies.

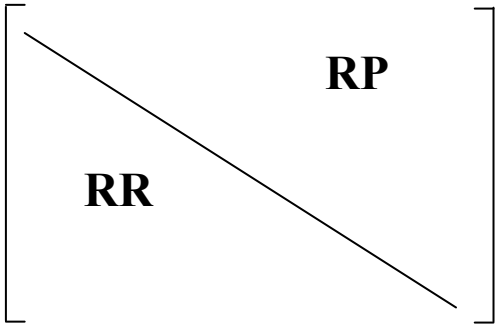
La représentation matricielle d'un réseau prend la forme d'une matrice carrée à double entrée. Celle-ci contient des valeurs numériques qui indiquent le type de la relation et son intensité entre chaque couple d'entreprises. Le type de la relation est indiqué suivant son emplacement dans la matrice, au-dessus de la diagonale ou en dessous de la diagonale. L'intensité est codée par un chiffre. Le codage se fait de la manière suivante :

0 = Le lien n'existe pas

1 = Lien d'intensité faible

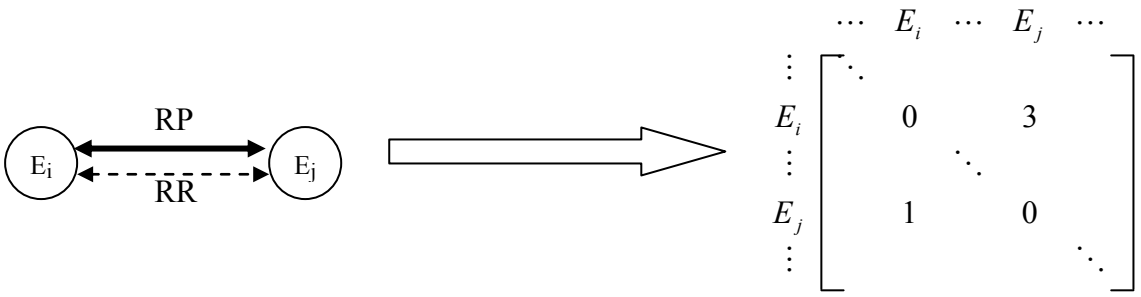
2 = Lien d'intensité moyenne

3 = Lien d'intensité forte



Par exemple le lien représenté dans la figure suivante est codé par :

[22] Nous pouvons trouver les dernières techniques de modélisation des réseaux sociaux et leurs exploitations sur les sites Internet de David Krackhardt et Noah Friedkin : http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~krack/ ,et, http : //www.heinz.cmu.edu/project/ISNA/soft_inf.html



Dans une représentation simplifiée, c'est-à-dire une cartographie qui ne prend pas en compte l'intensité de la relation, la matrice sera constituée de 0 et 1 (matrice binaire). 0 pour un lien qui n'existe pas (coordination par le marché), 1 pour un lien qui existe. Dans les chapitres suivants nous adopterons l'une ou l'autre des représentations en fonction de la complexité de la cartographie que nous utilisons.

Nous allons maintenant reprendre l'exemple traité plus haut. Nous donnerons une représentation matricielle pour chacune des cartographies des figures V-4, V-5, et V-6.

Décomposition en composantes fortement connexes

$$\begin{bmatrix}
0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 \\
0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 \\
0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 \\
3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 3 & 0 \\
3 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}$$

Partitionnement vectoriel

$$\begin{bmatrix}
0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 3 \\
3 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 2 & 0 \\
3 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}$$

Algorithme proposé

$$\begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 3 & 0 & 3 & 0 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

V.7. Indicateurs et algorithmes de recherche

Les représentations matricielles ou graphiques permettent de construire des indicateurs qui vont nous informer sur les caractéristiques du réseau et sa qualité. En effet, grâce aux valeurs algébriques contenues dans la matrice, il est possible de mesurer un certain nombre d'indicateurs par rapport à la configuration du réseau ou la position des nœuds. En outre, à partir d'une matrice nous pouvons appliquer divers algorithmes pour rechercher des composantes, des sous-réseaux, des blocs homogènes, etc.

V.7.1. Indicateurs

Nous donnons à titre d'exemple quelques indicateurs qui peuvent être utiles :

Indicateur de densité des liens (DL)

Cet indicateur appelé aussi, degré de connectivité global, nous renseigne sur le taux de connectivité à l'intérieur du réseau. Pour un réseau de *N* entreprises :

$$DL = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}}{3\times\left(N^2 - N\right)}, \quad i \neq j$$

Avec a_{ij} les éléments de la représentation matricielle.

La valeur de *DL* est comprise entre 0 (lorsque aucune entreprise n'est reliée aux autres, ce cas est pratiquement impossible dans la réalité) et 1 (lorsque chaque point est relié à tous les autres avec une forte intensité, ce cas veut dire que toutes les entreprises du réseau fusionnent dans la même entreprise).

Pour une cartographie simple sans intensité de relation :

$$DL = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}}{\left(N^2 - N\right)}$$

Indicateur du score de centralité[23] (SC)

Le calcul du score de centralité nous permet de situer le rôle et l'importance d'une entreprise dans le réseau. Nous allons utiliser la méthode du "*Degree*". Cette méthode utilise le nombre de liens établis entre une entreprise et les autres. Dans ce cas le score de centralité (SC_k) d'une entreprise k est défini comme suit :

$$SC_k = \frac{\sum_{j=1}^{N}(a_{kj} + a_{jk})}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}} \quad , \quad i \neq j$$

Plus ce score est élevé plus l'entreprise a un rôle central dans le réseau.

V.7.2. Algorithmes de recherche

Ces algorithmes sont le plus souvent inspirés de la théorie des graphes et du calcul dans les réseaux sociaux :

Recherche de disjonctions

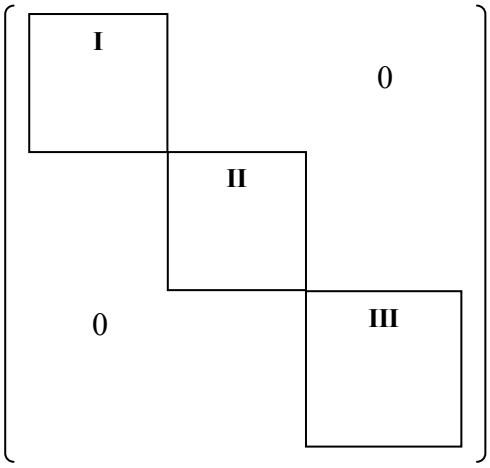
Sur une figure ou une matrice les disjonctions n'apparaissent pas forcément de façon évidente, surtout quand le réseau est de grande taille. Dans ce cas on peut procéder de la manière suivante pour détecter les disjonctions (sous-réseaux) :

- A tout arc i, j (élément a_{ij}) existant, ajouter l'arc j,i (élément a_{ji}) s'il n'existe pas. De cette manière, si le réseau présente des classes disjointes, celles-ci deviennent fortement connexes ;

- Appliquer la méthode de décomposition de Malgrange (cette décomposition est présentée en détail dans le chapitre III).

Si le réseau se décompose en classes disjointes, sa représentation matricielle peut être disposée de la façon suivante :

[23] "La littérature et les logiciels offrent plusieurs manières d'identifier les acteurs les plus "importants" d'un système, soit par des mesures de centralité, soit par des mesures de prestige. La centralité de type (degree) se mesure au nombre de liens établis entre l'acteur et les autres : plus un acteur est central, plus il est actif dans le réseau. La centralité de type (closeness) se mesure au nombre moyen de pas qu'un acteur doit faire pour rejoindre les autres membres du réseau : un acteur est donc central s'il est "proche" de beaucoup d'autres, s'il peut entrer en contact très vite ou interagir facilement avec eux. La centralité de type (betweeness) se mesure au nombre de chemins (les plus courts) sur lesquels l'acteur est un passage obligé entre deux autres acteurs : on est d'autant plus central qu'on exerce un contrôle sur les interactions ou échanges entre d'autres acteurs."



Recherche de sous-groupes d'entreprises complémentaires

Cette recherche s'avère utile lorsqu'on veut comparer la complémentarité obtenue dans une cartographie réelle et une cartographie théorique, c'est-à-dire comparer les sous-groupes d'entreprises complémentaires obtenus par notre démarche théorique (sous-groupes issus du graphe de complémentarité) aux sous-groupes d'entreprises complémentaires obtenues directement sur le terrain. En effet, quand le réseau est de grande taille, on ne peut pas identifier les sous-groupes d'entreprises complémentaires à partir de la cartographie des modes de coordination effectifs de manière simple. Pour obtenir ces sous-groupes on utilise la représentation matricielle, et on procède de la manière suivante :

- Mettre tous les éléments se trouvant sous la diagonale à zéro (liens de type Réseau Réactif) ;

- Appliquer l'algorithme de disjonction ci-dessus.

Pour reconstituer les sous-groupes avec leur intensité, il suffit de ne garder que les liens relatifs à l'intensité recherchée.

On peut faire la même chose pour rechercher les sous-groupes d'entreprises similaires en mettant cette fois les éléments se trouvant au-dessus de la diagonale à zéro (les liens de type Réseau Proactif)

V.8. Analyse et utilisation de la cartographie

La cartographie organisationnelle obtenue à l'issue de notre méthode peut être utilisée par différents utilisateurs et pour diverses analyses :

1) *différents utilisateurs* : une cartographie peut être utilisée par un utilisateur externe au réseau, comme par exemple une institution, un consultant ou tout simplement une entreprise qui veut intégrer le réseau.

- Une institution, à travers la cartographie, peut avoir une idée du tissu des réseaux d'entreprises existants sur une région ou pour une filière industrielle, ce qui permet de construire une politique ou une stratégie mieux ciblée ;

- Un consultant peut analyser un réseau pour améliorer les synergies, pour développer et améliorer les collaborations internes au réseau, pour trouver des potentialités de fusion/acquisition, pour mieux les contrôler ;

- Une entreprise qui veut intégrer un réseau peut avoir une idée de sa position future dans le réseau : elle peut détecter les entreprises avec lesquelles elle développera des coopérations ;

- …

2) *Types d'analyses* : plusieurs types d'analyses sont possibles. Nous pouvons citer :

- Identification des potentialités de coopérations (opportunités futures entre les entreprises appartenant au réseau) à développer et qui ont un effet positif sur la performance des entreprises ;

- Identification des risques éventuels de fusion/acquisition, et des coopérations qui peuvent échouer ;

- Préconisations en termes d'éléments influant la performance du réseau, comme par exemple des orientations pour structurer le système d'information et de communication entre les différents partenaires au sein du réseau ;

- Détection de sous-réseaux, des clusters au sein du réseau où la collaboration, les échanges, et les synergies sont plus forts ;

- Détection des entreprises qui jouent un rôle important dans le réseau (entreprises pivots) ;

- …

La cartographie représentera, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, le point de départ et la base d'une étude dynamique. Cette étude permettra de voir comment la cartographie obtenue dans ce chapitre évoluera dans le temps en fonction des deux paramètres : complémentarité des activités et similarité des compétences.

V.9. Conclusion

L'étude, l'analyse et le diagnostic d'un réseau d'entreprises ne peuvent pas se faire sans vision ou représentation. Pour représenter un réseau d'entreprises, il faut reconstituer le tissu relationnel, repérer quelle entreprise coopère avec quelle autre, et comment elles coopèrent. C'est la question à laquelle il est nécessaire de répondre pour arriver à constituer la trame des liens dans le réseau. Un quelconque utilisateur a ainsi à travers cette représentation un "objet" à partir duquel il peut mener des analyses, procéder à des diagnostics et recommandations pour améliorer l'organisation, la structure ou la performance du réseau et de ses acteurs. Notre travail propose, dans ce sens, une démarche permettant de construire les liens dans le réseau. Cette démarche associe les deux aspects de représentation et de diagnostic en même temps. En effet, notre méthodologie n'a pas pour but de reconstituer les liens existants entre les entreprises du réseau (cette construction est présentée dans le chapitre VI sur la construction de la cartographie réelle des modes de coordination effectifs d'un réseau d'entreprises), mais plutôt des modes de coordination préférentiels (idéals). Le résultat de cette démarche est une cartographie ou une matrice regroupant les acteurs, les liens, les types de relation et leur intensité. Concrètement donc, la cartographie d'un réseau d'entreprises représente un réel outil d'aide à la décision permettant aux entreprises de voir leur situation préférentielle et de la comparer à leur position réelle dans le réseau et ainsi de détecter des liens potentiels et des relations non fructifiées. La représentation graphique ou matricielle d'un réseau est la meilleure manière de visualiser au même moment ce qui se passe en un point particulier et sur l'ensemble des points du réseau. Ainsi nous pourrons observer plus tard l'évolution et la dynamique du réseau à travers la mutation des modes de coordination entre les entreprises dans la cartographie.

Un processus de modélisation laisse en chemin de l'information et ne prend pas en compte les particularités et certains aspects qui peuvent dans certain cas fausser la représentation avec plus au moins d'intensité. Du fait du choix de deux paramètres (complémentarité des activités et similarité des compétences) pour la construction des relations entre les entreprises, la cartographie théorique ne reflète pas l'effet qui peut être engendré par d'autres paramètres et notamment les paramètres contingents vus dans le chapitre II. Nous verrons dans le chapitre VI comment détecter ces "imperfections" à travers le calcul d'écarts entre cartographies.

PARTIE 3

UTILISATION DU MODELE ET ANALYSE DYNAMIQUE

CHAPITRE VI

ANALYSE STATIQUE -ECART REEL/THEORIE-

Dans toute démarche théorique, il est intéressant de comparer le résultat théorique à la réalité du terrain. La première question est : les hypothèses théoriques donnent-elles un résultat proche de la réalité ? Notre but n'est pas d'obtenir un résultat qui soit identique à la réalité du terrain, mais plutôt de voir à quel niveau se situent les différences, et comment les expliquer et éventuellement les corriger. Ce chapitre représente d'une certaine manière une analyse critique de l'approche théorique à travers la question suivante : la complémentarité des activités et la similarité des compétences définissent-elles bien le mode de coordination privilégié entre deux entreprises ?

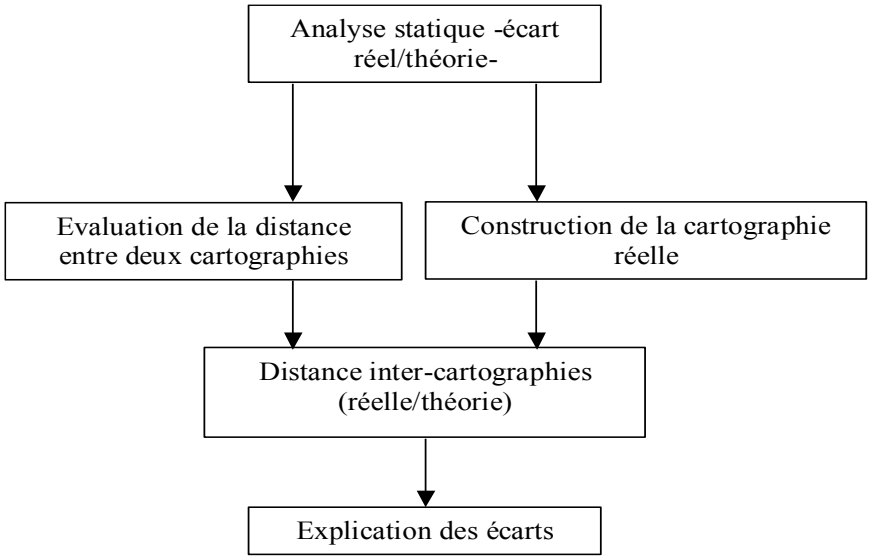
La deuxième question est de savoir comment évaluer la proximité entre le résultat théorique et la réalité observée sur le terrain. Le résultat de la démarche théorique est une cartographie organisationnelle des modes de coordination privilégiés d'un réseau d'entreprises (voir le chapitre V sur la cartographie théorique). Le résultat observé sur le terrain est une cartographie organisationnelle des modes de coordination effectifs d'un réseau d'entreprises. L'écart entre la théorie et le réel est représenté par la proximité (distance, éloignement, écart) entre les deux cartographies organisationnelles.

Enfin, une troisième question se pose concernant d'autres paramètres qui pourraient influer sur les modes de coordination entre deux entreprises d'un réseau. Ces éléments peuvent avoir un effet freinant ou accélérant la coopération. Ces paramètres, que nous avons appelés " Paramètres Contingents" (voir chapitre II), peuvent jouer un rôle important dans l'explication de l'écart entre la théorie et le réel. Ils n'expliqueront cependant pas tout l'écart existant. En effet, les quantifications entreprises dans notre démarche théorique ont un caractère réducteur. Il est clair que la méthodologie mathématique suivie peut aussi avoir un rôle important dans le fait que certaines informations peuvent se perdre en chemin. Parfois aussi, l'explication peut provenir tout simplement de données qui n'ont pas été divulguées en totalité par les entreprises, ou qui ont été mal transcrites par le répondant lors de la phase de récolte de données.

Il est nécessaire de commencer par représenter de manière comparable la réalité des coopérations inter-entreprises existant au sein du réseau, et les liens potentiels déduits de notre approche théorique. Ainsi, la cartographie issue de la situation réelle et la cartographie issue des prospectives théoriques peuvent être confrontées. Une première représentation a été proposée dans le premier chapitre sur l'état de l'art. Elle a été construite selon l'orientation de la coopération : horizontale, verticale ou diagonale (cf. chapitre I). Nous nous sommes basés sur les travaux de (Jagdev et *al.* 2001, Thoben et *al.* 2001) et le modèle d'intensité de Frayret. Nous allons dans ce chapitre faire la connexion entre ces types de coopération et les modes de coordination: Réseau Réactif et Réseau Proactif. Finalement, nous obtiendrons une cartographie réelle composée de liens de type RP ou RR.

Ce chapitre se présente de la manière suivante : nous commencerons par expliciter la façon par laquelle nous construisons la cartographie réelle d'un réseau d'entreprises donné. Ensuite, nous donnerons quelques distances connues utilisées dans l'évaluation des écarts entre ensembles. Puis nous délimiterons notre problématique, et introduirons quelques définitions que nous utilisons dans le calcul de la distance inter-cartographies. L'écart entre une cartographie théorique et une cartographie des modes de coordination effectifs est évalué et modélisé par la distance inter-cartographies. Nous proposerons enfin des hypothèses permettant d'expliquer les écarts possibles entre deux cartographies.

Schéma de présentation du chapitre VI



VI.1. Construction de la cartographie réelle d'un réseau d'entreprises

Nous allons expliquer la façon par laquelle une cartographie réelle ou cartographie des modes de coordination effectifs est construite. Pour cela nous allons nous appuyer sur l'état de l'art et la littérature présentée dans le chapitre I.

Cette cartographie est construite en deux étapes principales. La première consiste à identifier, pour chaque entreprise du réseau, les partenaires avec lesquels elle a une coopération stable et durable. La deuxième étape est d'identifier le type de chacune de ces coopérations : vertical, horizontal ou diagonal. La coopération verticale intègre des entreprises non concurrentes opérant dans le même secteur de marché/produit, intervenant dans les étapes successives du flux de production (la chaîne logistique est un cas typique de ce type de coopération, elle lie aussi donneurs d'ordres/clients et fournisseurs/sous-traitant) (Thoben et *al.* 2001). La coopération est considérée comme horizontale si elle a lieu entre concurrents opérant dans deux chaînes de valeurs différentes, partageant des ressources pour réduire les coûts. La coopération diagonale apparaît entre des entreprises (elle peut aussi inclure des liens entre organismes de recherches, entreprises, et organismes financiers) non concurrentes évoluant dans des branches différentes avec des besoins et intérêts communs dans certains secteurs (recherche, marketing). Cette typologie "horizontal, vertical, diagonal" nous a permis de construire une première représentation des liens de coopération dans un réseau en se basant sur le tableau I-2 donnant les types de coopération en fonction des deux critères : similarité du

secteur marché/produits, concurrence (entreprises concurrentes ou non concurrentes), et sur l'analyse des intensités de coopération de Frayret (c.f. figure I-14).

Maintenant il nous faut établir la connexion entre cette représentation par des liens verticaux, horizontaux et diagonaux, et une représentation selon les modes de coordination Réseau Réactif, Réseau Proactif.

VI.1.1. Réseau Proactif et coopérations verticale et diagonale

Le Réseau Proactif est dans notre cas défini comme étant un mode de coordination entre des entreprises ayant des activités complémentaires faisant appel à des compétences non similaires (des métiers différents). Nous avons déjà vu que pour nous, des entreprises sont complémentaires si une ou plusieurs de leurs activités interviennent à différentes phases successives d'un processus de production, ou bien si elles constituent des étapes très interconnectées d'un même processus (comme par exemple les étapes de Marketing et de Recherche et Développement dans le cadre d'un processus d'innovation). Ce type de coopération permet aux acteurs de travailler ensemble le long de la chaîne de valeur pour anticiper les besoins du marché, et ajouter de la valeur au service ou produit final. Ce type de réseau présente donc une forte valeur ajoutée, et parfois un haut degré d'innovation.

Nous avons vu plus haut que la coopération verticale signifie également que les acteurs interviennent le long d'un flux de production à des étapes successives rajoutant de la valeur au produit (des entreprises intervenant dans le même secteur de marché avec des métiers différents). Le réseau Proactif inclut donc une orientation verticale de la coopération.

La coopération diagonale fait intervenir des acteurs opérant dans des chaînes de valeurs différentes mais qui ont un intérêt commun, et qui profiteront mutuellement des résultats de la coopération (cette forme de coopération est fréquente quand des entreprises décident par exemple d'investir dans une structure de recherche, le résultat de cette recherche étant utilisé par ces différentes entreprises pour améliorer leur produit respectif). Ce type de coopération est souvent caractérisé par un haut degré d'innovation et un engagement fort de la part des partenaires. Ces caractéristiques s'inscrivent dans le mode de coordination de type Réseau Proactif.

Les coopérations de type vertical, et diagonal peuvent donc dans la majorité des cas être assimilées à une coordination par le Réseau Proactif.

VI.1.2. Réseau Réactif et coopération horizontale

La logique du Réseau Réactif correspond à une coordination d'activités non complémentaires impliquant des compétences similaires. Cette coopération apparaît entre entreprises le plus souvent concurrentes. Ces Réseaux Réactifs sont souvent formés pour répondre à des motivations relatives à une réduction de coût par l'atteinte d'une taille optimale (Peillon 2001). Par ce partenariat, les firmes visent à apporter une réponse collective aux contraintes et changements de l'environnement économique (partage de ressources, centralisation de fonction, etc.).

La coopération horizontale associe des entreprises concurrentes[24], c'est-à-dire qui ont des métiers qui sont très proches. Elle peut donc être assimilée à une coordination par le Réseau Réactif.

[24] Il existe cependant un cas particulier de formation de Réseau Réactif entre des entreprises non concurrentes. Il s'agit de la situation où des entreprises coopèrent pour diminuer le coût d'accès à une ressource qui n'est pas dans son cœur de compétence. C'est par exemple le cas lorsque deux entreprises de secteurs différents

VI.1.3. Construction de la cartographie réelle

Maintenant que nous avons établi les relations existantes entre les différents types de coopérations classiques et la typologie proposée, nous pouvons compléter le tableau I-2 en le reliant aux modes de coordination Réseau Réactif et Réseau Proactif.

	Produit/Marché différent	*Produit/Marché similaire*	
Firmes non concurrentes	**Diagonale**	**Verticale**	⇨ **RP**
Firmes concurrentes		**Horizontale**	⇨ **RR**

Tableau VI-1: Lien entre types de coopération et modes de coordination

Ce tableau permettra ainsi le passage d'une première représentation du réseau basée sur les types de coopération (horizontal, vertical, diagonal) à une cartographie basée sur des relations de type Réseau Proactif, Réseau Réactif. Cette cartographie est appelée cartographie réelle ou cartographie des modes de coordination effectifs.

Maintenant que les deux cartographies réelle et théorique sont comparables (constituées des mêmes éléments), nous allons proposer dans la suite de ce chapitre un calcul de l'écart entre ces deux cartographies.

VI.2. Evaluation de la distance entre deux cartographies

Que voulons nous dire par "distance entre deux cartographies" ? Il s'agit d'évaluer le nombre de liens différents entre les deux cartographies. En réalité, on cherche à évaluer une distance entre deux ensembles de liens. En effet, une cartographie est constituée d'un ensemble de liens et d'entreprises. Entre deux cartographies différentes d'un même réseau d'entreprises, l'ensemble des entreprises est le même, mais les deux ensembles de liens peuvent être différents.

Pour atteindre notre objectif nous allons nous inspirer des travaux sur les approches multiformes de la proximité (Bellet et *al.* 1998), et plus particulièrement les mesures de proximité entre parties d'un ensemble.

VI.2.1. Mesures de proximité entre parties d'un ensemble

Une mesure de dissimilarité δ entre parties d'un ensemble Ω permet de comparer les parties d'un ensemble. C'est une application de $f^*(\Omega) \times f^*(\Omega)$ dans $\Re^+$, où $f^*(\Omega)$ représente l'ensemble des parties non vides de Ω.

---

embauchent en commun un qualiticien pour accéder à la norme ISO 9000. Ce cas n'est pas pris en compte dans notre analyse.

Un certain nombre de mesures de proximités entre les parties d'un ensemble Ω sont définies à partir d'un indice de dissimilarité d préalablement choisi sur Ω. Parmi ces distances nous pouvons citer :

Distance des centres de gravité (Bellet et *al.* 1998) : c'est un écart défini sur un ensemble de représentations muni d'une structure d'espace vectoriel normé.

$$\delta(A,B) = \|G_A - G_B\|$$

$$G_A = (G_{Aj}\ , j = 1...p)$$

$$G_{A_j} = \frac{1}{Card(A)} \sum_{i \in A} x_{ij}$$

où x_{ij} représente la variable de représentation de l'élément i par rapport à un paramètre j. Si p désigne le nombre de paramètres retenus pour décrire une population, la représentation de tout élément i de cette population est alors définie par : $(x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{ij}, ..., x_{ip})$

Distance Hausdorff (Huttenlocher et *al.* 1993) : c'est un écart défini sur $f^*(\Omega)$, l'ensemble des parties non vides A et B de Ω.

$$\delta(A,B) = Max\left\{\left|p_A(i) - p_B(i)\right|, i \in \Omega\right\}$$

$$où\ \ p_A(i) = Min\left\{d(i,k), k \in A\right\}, \forall i \in \Omega$$

où d est une mesure de dissimilarité sur Ω

Distance du maximum (Cailliez et *al.* 1976) : c'est un écart qui possède les propriétés d'une distance si d est une distance.

$$\delta(A,B) = Max\left\{\left|p_A(i) - p_B(i)\right|, i \in \Omega\right\}$$

$$où\ \ p_A(i) = Max\left\{d(i,k), k \in A\right\}, \forall i \in \Omega - A\ et\ \ A \neq \phi$$

$$p_A(i) = 0\ \ si\ i \in A\ et\ \ A \neq \phi$$

D'autres mesures de la proximité existent qui ne supposent pas la donnée d'un indice de dissimilarité sur Ω. Ce genre de distance utilise souvent la différence symétrique[25] notée par l'opérateur Δ. La distance la plus utilisée est la distance du cardinal de la différence symétrique.

[25] La différence symétrique est une opération mathématique. Appliquée à deux ensembles, elle est simplement la différence entre leur union et leur intersection.

Distance du cardinal de la différence symétrique : cette distance est définie de la manière suivante

$$\delta(A,B) = \frac{Card(A \Delta B)}{Card(\Omega)}$$

où *Card(AΔB)* désigne le nombre d'éléments de *Ω* qui sont dans *A* ou dans *B* sans être à la fois dans *A* et dans *B*. Ainsi par exemple si un ensemble compte 100 éléments et si *A* et *B* sont deux parties de cet ensemble telles que *Card (A) = 30*, *Card (B) = 31*, et *Card (A∩B) = 28*, alors *δ(A,B) = 5/100 = 0.05*

Dans la suite de notre travail, nous allons nous inspirer de cette dernière distance (distance du cardinal de la différence symétrique). En effet, cette distance reflète d'une manière simple l'idée que nous voulons cerner, c'est-à-dire comparer deux ensembles par rapport à la différence de leur contenu. Cependant, notre problématique est un peu plus complexe. Un élément d'un ensemble représentera un lien entre une paire d'entreprises, le même élément peut donc avoir des caractéristiques différentes d'un ensemble à un autre (type de lien différent). Cette différence sera prise en compte par le biais de ce que nous appellerons les petites distances.

Commençons par mieux cerner la problématique de calcul d'écart par rapport à notre travail, avant de définir une distance inter-cartographies.

VI.2.2. Définition de la problématique

Jusque là nous avons vu que nous cherchons à définir une distance entre deux ensembles de liens. Un élément de cet ensemble constitue un lien entre deux entreprises. Ces ensembles de liens représentent des cartographies organisationnelles d'un même réseau d'entreprises. Nous avons noté que la distance doit prendre en compte non seulement la différence du cardinal des ensembles, mais aussi les différences éventuelles entre les caractéristiques des éléments de ces ensembles.

Deux éléments ont des caractéristiques différentes s'ils ne représentent pas le même type de lien, i.e. le même mode de coordination. Un élément peut donc être représenté par quatre caractéristiques différentes : Réseau Proactif, Réseau Réactif, Marché (absence de coopération durable), Firme (fusion/acquisition).

En prenant en compte l'absence de lien entre deux entreprises par une coordination de type marché, cela signifie que la différence du cardinal sera contenue dans la différence des caractéristiques.

Nous introduisons les définitions suivantes :

Définition d'un l'ensemble Ω

L'ensemble *Ω* dans notre étude contiendra la totalité des liens qui peuvent exister au sein du réseau que nous étudions. Supposons un réseau de 10 entreprises, l'ensemble *Ω* est constitué de la totalité des liens qui peuvent exister dans le réseau, c'est-à-dire 45. Pour un réseau à *N* entreprises :

$$Card(\Omega) = C_2^N$$

Définition des ensembles CR et CT

L'ensemble CR représente l'ensemble des liens contenus dans la cartographie des modes de coordination effectifs du réseau.

L'ensemble CT représente l'ensemble des liens contenus dans la cartographie des modes de coordination privilégiés du réseau.

A titre d'exemple, soit un réseau de 4 entreprises représenté par les deux cartographies de la figure VI-1 :

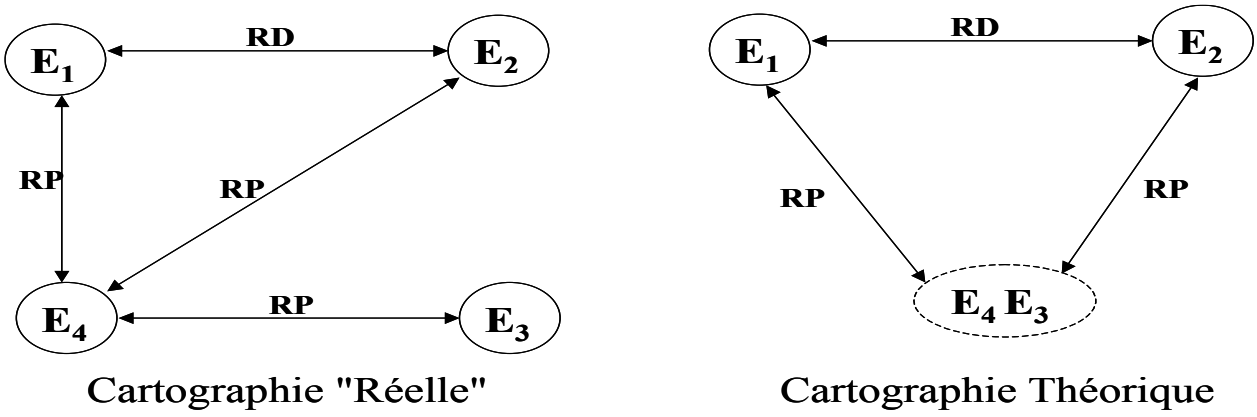


Figure VI-1 : Exemple de deux cartographies réelle et théorique

Nous allons représenter ces ensembles par des matrices selon la méthode proposée au chapitre V.

Les deux sous-ensembles des cartographies représentées dans la figure VI-1 sont :

$$CR = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad CT = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Définition de la petite distance

Nous appelons petite distance (∂) une distance entre deux éléments de deux ensembles distincts. Ces distances seront la base à partir de laquelle nous calculerons la distance entre deux ensembles. Reprenons notre référentiel des modes de coordination selon les activités et les compétences, présenté dans le chapitre II. Nous définissons les petites distances entre les différents liens au sein du référentiel, comme cela est illustré dans la figure suivante :

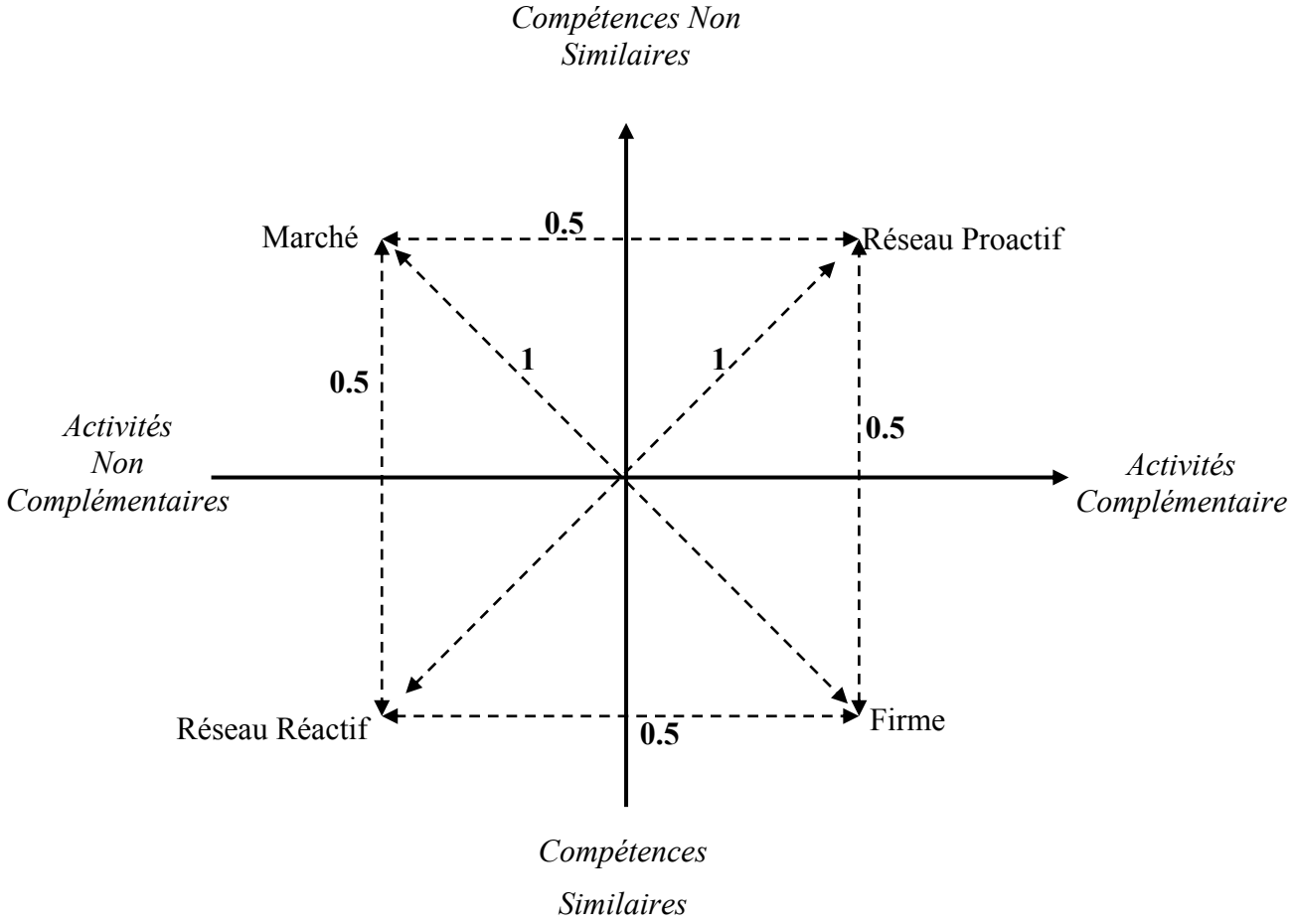


Figure VI-2 : Représentation des petites distances dans le référentiel

Nous pouvons donc définir les différentes petites distances qui peuvent se présenter :

∂ *(RP, Firme) =* ∂ *(Firme, RP) = 0.5*

∂ *(RP, Marché) =* ∂ *(Marché, RP) = 0.5*

∂ *(RR, Firme) =* ∂ *(Firme, RR) = 0.5*

∂ *(RR, Marché) =* ∂ *(Marché, RR) = 0.5*

∂ *(RR, RP) =* ∂ *(RP, RR) = 1*

∂ *(Marché, Firme) =* ∂ *(Firme, Marché) = 1*

Une petite distance sera représentée par :

$$\partial\,[(E_iE_j)_{théorique}, (E_iE_j)_{réelle}] \; ; \quad i \neq j$$

$(E_iE_j)_{théorique}$ représente le lien existant entre les deux entreprises *Ei* et *Ej* dans la cartographie théorique.

$(E_iE_j)_{réelle}$ représente le lien existant entre les mêmes entreprises *Ei* et *Ej*, mais cette fois dans la cartographie réelle.

Il est facilement démontrable que ∂ est une distance euclidienne :

Soit *i, j, k* appartenant à l'ensemble des modes de coordination

$$\partial (i,i) = 0 \quad \forall i$$

$$\partial (i,k) = \partial (k,i) \quad \forall i, k$$

$$\partial (i,k) + \partial (k,j) \geq \partial (i,j) \quad \forall i,j, k$$

En reprenant les deux cartographies présentées dans la figue VI-1, nous pouvons maintenant marquer les différences par les petites distances :

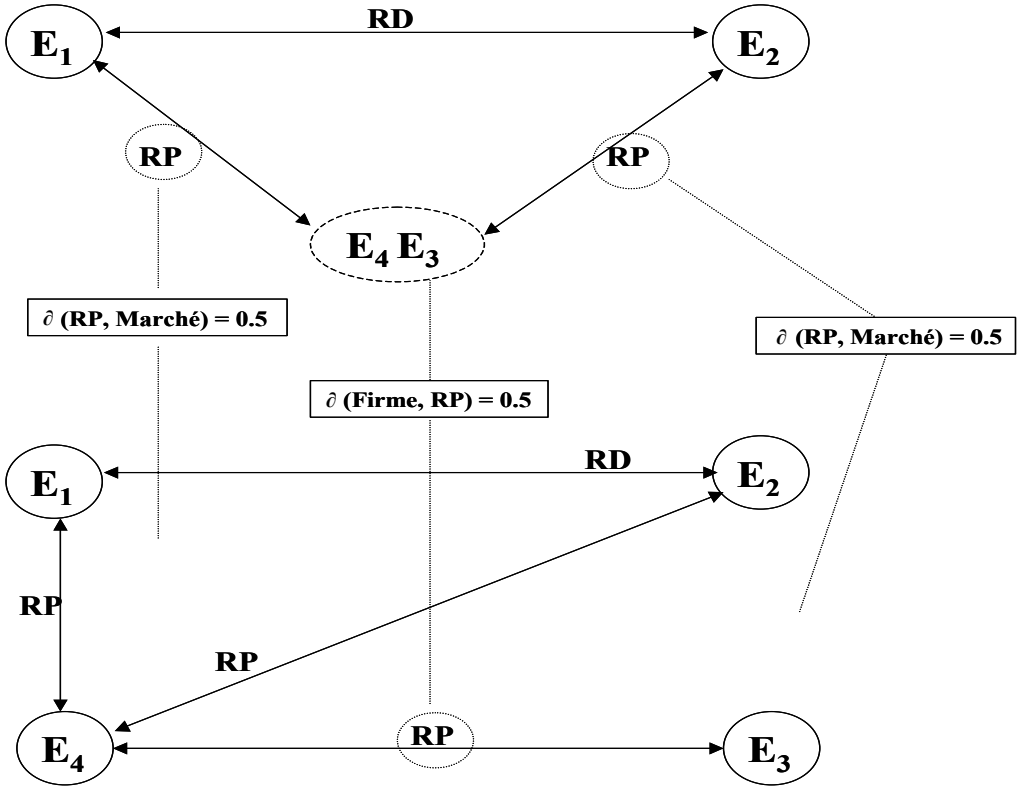


Figure VI-3 : Exemple de petites distances

Trois différences existent entre les deux cartographies que nous évaluons à travers des petites distances :

$\partial [(E_1E_3)_{théorique}, (E_1E_3)_{réelle}] = \partial$ (RP, Marché) = 0.5

$\partial [(E_4E_3)_{théorique}, (E_4E_3)_{réelle}] = \partial$ (Firme, RP) = 0.5

$\partial [(E_2E_3)_{théorique}, ()_{réelle}] = \partial$ (RP, Marché) = 0.5

Cela signifie que dans la réalité les deux entreprises E_1 et E_3 n'ont construit aucune relation, alors que dans la théorie elles trouveraient plus d'intérêt à se coordonner dans une logique de Réseau Proactif, car elles ont des activités complémentaires faisant appel à des compétences différentes. Cette différence peut être due à l'influence d'un paramètre contingent tel que la confiance, la proximité, la taille, etc. La même chose est constatée entre les deux firmes E_2 et E3. Concernant les deux entreprises E_4 *et* E_3, elles sont coordonnées dans la réalité par une coopération de type Réseau Proactif, alors que dans la théorie il existe des potentialités ou des

risques de fusion. Cette différence est souvent le résultat de l'effet de paramètres contingents tel que le caractère familial des entreprises, la proximité, la taille, etc.

Tableau ou matrice des différences (MD)

Ce tableau, que nous exposons ci dessous, permet de mémoriser toutes les petites distances. Il permet d'avoir, en plus de la distance globale, un deuxième indicateur sur la différence entre deux cartographies. Cet indicateur nous renseigne sur le nombre de différences existantes mais aussi leur nature, et entre quelles entreprises. Il se présente sous la forme d'une matrice carrée *NxN* (*N* est le nombre d'entreprises du réseau). Cette matrice est construite à partir des représentations matricielles des deux cartographies. Nous la définissons comme le résultat de la soustraction des deux matrices *CT* et *CR* :

$$MD = |CT - CR|$$

En prenant l'exemple de la figure VI-1 :

$$MD = \left|CR - CT\right| = \left\| \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \right\|$$

$$MD = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

A partir de cette matrice, on peut avoir le nombre de différences existant et les entreprises concernées.

Les éléments qui sont au-dessus de la diagonale indiquent des différences qui peuvent être de type : *∂(RP, Marché)*, *∂(Marché, RP)*

Les éléments qui sont au-dessous de la diagonale indiquent des différences qui peuvent être de type : *∂(RR, Marché)*, *∂(Marché, RR)*

Le reste des différences, qui sont : *∂ (Marché, Firme)*, *∂ (Firme, Marché)*, ou *∂(RP, RR)*, *∂(RR, RP)* ; ou *∂(RP, Firme)*, *∂(Firme, RP)* ; ou *∂(RR, Firme)*, *∂(Firme, RR)*, sont déduites, pour un même lien, en utilisant des combinaisons entre les éléments situés au dessus et au dessous de la diagonale.

VI.2.3. Distance inter-cartographies

Nous construisons maintenant la distance entre deux ensembles en fonction des petites distances définies plus haut. La distance inter-cartographies sera donc la somme des petites distances normalisée par cardinal de Ω. Cette normalisation permet d'obtenir une distance de 1 quand les deux cartographies sont totalement différentes, dans le sens où toutes les petites distances sont égales à 1.

$$\delta = \frac{\sum petites \;\; dis\tan ces}{Card(\Omega)}$$

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\partial\left[(E_iE_j)_{réelle},(E_iE_j)_{théorique}\right]}{C_2^N} \quad (i \neq j)$$

Reprenons l'exemple de la figure VI-3 la distance inter-cartographie est :

$$Card(\Omega) = C_2^N = C_2^4 = 6$$

$$\delta = \frac{0.5 + 0.5 + 0.5}{6} = 0.25$$

Cette démarche permet par exemple d'identifier le nombre de fusions/acquisitions qui n'ont pas eu lieu dans la réalité alors que dans la théorie elles seraient potentiellement efficaces ; ou celles qui se sont réalisées dans la réalité alors qu'elles n'apparaissent pas dans la démarche théorique.

Maintenant que l'on peut évaluer un écart entre la théorie et le réel, comment expliquer ce décalage entre les deux démarches ? Quelles peuvent être les raisons qui ont fait que deux entreprises, qui d'après la démarche théorique, trouveraient de l'intérêt à se coordonner au sein d'une même firme, dans la réalité se sont seulement coordonnées dans une logique de type Réseau Proactif ?

VI.3. Explication des écarts

Notre démarche théorique, qui s'appuie sur des données récoltées sur le terrain pour construire des sous-groupes de complémentarité et de similarité, n'a pas pour but de reconstituer les liens existant au sein d'un réseau. Elle permet plutôt de construire une cartographie "idéale" des liens inter-entreprises qui pourraient être mis en place entre les entreprises d'un réseau donné par rapport à leurs activités et compétences. Cette construction

se fait indépendamment d'autres paramètres (notamment les paramètres contingents) qui peuvent avoir leur rôle dans le choix d'un mode de coordination.

Deux types d'explications des écarts peuvent intervenir. Les écarts liés aux paramètres contingents et les écarts liés à la méthodologie de calcul, i.e. les modélisations mathématiques entreprises au cours de la démarche théorique.

VI.3.1. Ecarts liés aux paramètres contingents

Les paramètres contingents explicités lors du chapitre II jouent un rôle essentiel dans l'explication de certains écarts. Parfois, ces paramètres peuvent avoir une forte influence sur le choix du mode de coordination entre deux entreprises. Dans ce cas, les raisons du choix peuvent aller au-delà des seuls intérêts économiques. Le cas des districts italiens est très parlant dans ce contexte. En effet, les relations industrielles sont construites entre des entreprises familiales grâce à des relations longues et durables entre les hommes (Pyke et *al.* 1990). Dans ces districts industriels la confiance est un critère fondamental dans le choix d'un partenaire. Nous pouvons aussi citer le cas des entreprises familiales qui ont des comportements qui peuvent s'appuyer sur des aspects non économiques et qui sont fonction de la personnalité du responsable (Niemelä 2004). Elles sont aussi connues pour leur désir d'indépendance. Les relations personnelles et les connaissances mutuelles jouent un rôle important dans l'émergence de réseaux d'entreprises. La confiance restera un paramètre influant sur la coopération (Jagdev et *al.* 2001). Cependant, un réseau d'entreprises construit uniquement sur la base de ces critères n'est pas sûr d'atteindre ses objectifs économiques et une performance nécessaire à sa survie.

Les écarts liés aux paramètres contingents apparaissent souvent dans le cas de la fusion/acquisition (une coordination de type Firme). Quand l'analyse théorique fait ressortir que deux entreprises trouveront de l'intérêt à se regrouper au sein d'une même firme, alors que ce lien n'apparaît pas dans la cartographie réelle, cela s'explique souvent par un des paramètres contingents. Le caractère familial de l'une des entreprises, un climat de méfiance, un éloignement culturel ou organisationnel, sont autant de paramètres qui laissent les entreprises réticentes devant une opération de fusion/acquisition. Ces types d'écarts apparaissent aussi dans les différences d'intensité des liens. Dans certains cas, ils peuvent être corrigés, comme dans le cas d'un éloignement culturel, où interviennent des concepts d'acculturation[26] utilisés dans le cadre des opérations de fusion/acquisition pour mieux gérer les changements. Plusieurs études se sont intéressées à cet aspect (Cartwright et *al.* 1993, Sales et *al.* 1996, Berry 1989). Dans la pratique, différents moyens existent pour faire face aux problèmes engendrés par les proximités culturelles et organisationnelles : programme d'échanges et de formation des cadres, mutations de personnels, groupes de travail mixtes, recrutements de "médiateurs", etc. Cependant, la mutation de cultures est un "*processus exigeant beaucoup de patience et de persévérance, ainsi qu'une motivation assez forte de la part des différents acteurs*" (Evrard et *al.* 1998). Ces actions doivent donc s'étaler dans le temps et retardent les éventuels processus de fusion/acquisition.

Il est donc parfois possible d'agir sur ces paramètres pour agir sur les liens de façon à se rapprocher du mode de coordination préférentiel. Cependant, sur le terrain, l'application de ces intentions est complexe.

[26] L'acculturation est un concept emprunté à la sociologie qui permet d'expliquer les transitions culturelles (Evrard 1996)

VI.3.2. Ecarts liés à la méthode de calcul (Modélisation)

Toute méthode théorique ou modélisation mathématique a ses limites et ses frontières d'application. Nous ne sommes pas à l'abri de données qui n'entrent pas dans le moule de notre modèle.

Les écarts liés à la modélisation peuvent se présenter à deux niveaux. Premièrement, au niveau de la phase de récolte des données industrielles. En effet, notre méthodologie est basée sur des informations que l'on recueille sur le terrain. Ces données peuvent être mal transmises ou parfois dissimulées, provoquant l'apparition ou la disparition de liens. Deuxièmement, au niveau du calcul mathématique (calcul de degré de complémentarité, partitionnement du graphe de complémentarité, calcul de distance et analyse AFTD sur les compétences …) des pertes d'informations peuvent survenir, supprimant des liens qui ne vont donc pas apparaître sur la cartographie.

Contrairement au type précédent, ce type d'écart n'est pas détectable, et peut apparaître sur toute sorte de lien. Nous ne pouvons pas le corriger. Cependant, lors des différents exemples traités nous avons pu voir que la perte d'information est limitée, et que ses répercussions peuvent au contraire être bénéfiques en éliminant des données qui ne sont pas significatives, inutiles ou biaisées transmises par le questionnaire.

Quel que soit le type d'écart, donner une explication standard est pratiquement impossible. En effet, les explications sont fortement liées au cas d'étude. Chaque réseau et chaque entreprise ont leurs particularités qui peuvent influencer les modes de coordination.

Les écarts restant entre les deux cartographies sont dus au fait que la méthodologie théorique identifie des opportunités de coopération qui n'ont pas été exploitées par les entreprises du réseau sur le terrain. Il est donc normal qu'apparaissent des écarts qui ne sont pas dus à des erreurs de calcul ou à des paramètres non pris en compte par les hypothèses. Au contraire, ces différences montrent que le résultat de la théorie peut aider un réseau à mieux développer les synergies internes et à avoir une idée de ce que peut être le réseau dans un contexte idéal. Les cas les plus fréquents sont les relations qui n'existent pas dans la cartographie réelle (relation de type Marché) mais que la théorie a fait ressortir comme étant des modes de coordination de type Réseau Proactif ou Réactif. Nous pouvons aussi trouver des cas de fusion/acquisition (lien de type Firme) prévus dans la théorie, mais qui ne se sont pas observés dans la réalité. Ces cas sont souvent induits par le fait que les PME/PMI sont moins attirées par ce type d'opération et tiennent à leur indépendance.

VI.4. Méthodologie de calcul des écarts

Dans ce qui suit, nous donnons un schéma expliquant la méthodologie suivie pour l'identification des écarts entre les cartographies réelle et théorique, et éventuellement la correction des modes de coordination.

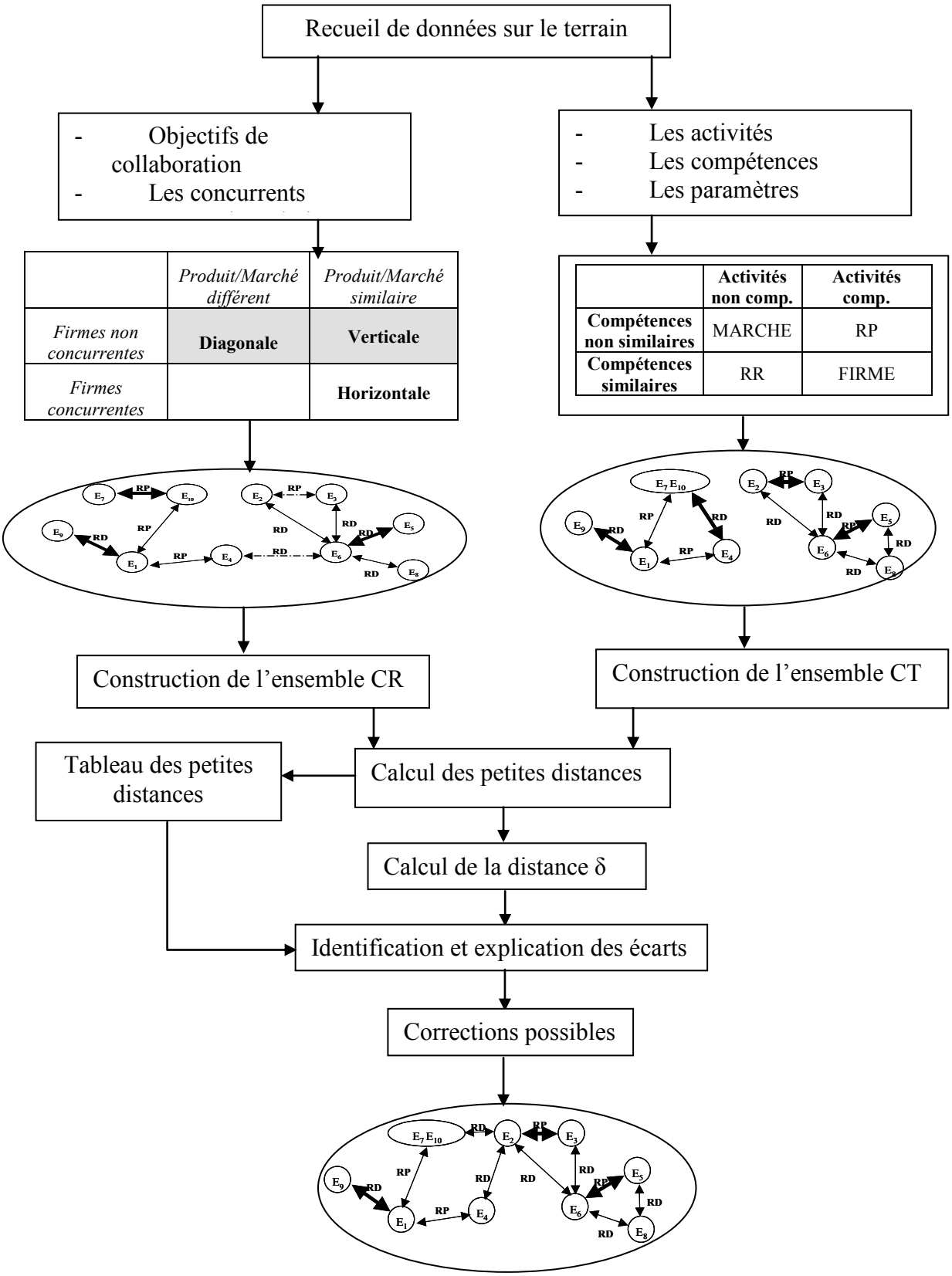


Figure VI-4 : Schéma de calcul de distance inter-cartographies

VI.5. Conclusion

La difficulté dans l'évaluation d'une différence ou d'un écart entre deux ensembles par le biais d'une distance, ne se situe pas tant dans le choix d'un indice de proximité mais dans l'explication de la provenance et le pourquoi de cet éloignement. Une fois l'origine des différences identifiée et expliquée, des actions peuvent être entreprises pour corriger ou atténuer cette différence. Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés à la cartographie organisationnelle en tant qu'ensemble de liens de coordination, afin de pourvoir comparer des cartographies via le calcul d'une distance entre ensembles. Une fois cette distance, que nous avons appelée distance inter-cartographies, établie, il faut l'argumenter et expliquer sa provenance.

Cette distance est utilisée à deux fins différentes. La première est de faire ressortir les limites de notre démarche théorique dues essentiellement aux paramètres contingents qui peuvent jouer un rôle non négligeable dans la relation, accélérant ou freinant la coopération, mais aussi aux aléas et pertes d'informations que peut engendrer une modélisation mathématique. Connaître les limites de notre méthode, qui entraînent des écarts entre la théorie et la réalité, permet de réduire l'écart pour mieux se rapprocher de la réalité. La deuxième finalité est dans l'objectif même que nous recherchons, à travers la construction de la cartographie théorique. Comme son nom l'indique (cartographie des modes de coordination privilégiés), elle permet de fournir des modes de coordination préférentiels entre les entreprises d'un réseau déjà existant. Parfois, ces modes de coordination effectifs ne se sont pas développés ou ont rencontré des blocages ou tout simplement n'ont pas été identifiés à cause de diverses raisons (manque de visibilité, opportunisme, méfiance, mauvaise gestion, etc.). A partir de ce constat, les modes de coordination obtenus dans la cartographie théorique, et qui n'apparaissent pas dans la cartographie réelle, ne sont pas une erreur mais plutôt une sorte de but idéal à atteindre moyennant certains changements.

Nous avons donc mis en place une méthodologie permettant de reconstituer les modes de coordination entre les entreprises d'un réseau à travers une cartographie organisationnelle, qui ne reflète pas l'état réel du réseau mais plutôt un état préférentiel. Cette cartographie représente une référence, un objectif à partir duquel les entreprises du réseau peuvent construire de nouvelles coopérations et développer des partenariats. Atteindre une cartographie idéale à partir de la cartographie réelle est en théorie tout à fait possible ; mais dans la pratique l'opération est plus compliquée. Le champ qui sépare la théorie du réel est dû à un nombre de paramètres que nous avons cités dans le cadre des paramètres contingents ou d'autres paramètres que nous ne connaissons pas et qui ne sont pas contrôlables.

Dans le cadre de notre travail, nous nous arrêtons à ce niveau. Dans la perspective d'études plus approfondies, chaque écart constaté pourrait faire l'objet de plusieurs tests sur le terrain afin d'obtenir des explications plus précises sur ses causes (faire un lien direct entre les paramètres contingents et les écarts constatés) et la façon d'agir pour les atténuer.

CHAPITRE VII

ANALYSE DYNAMIQUE ET EVOLUTION DES TRAJECTOIRES ORGANISATIONNELLES D'UN RESEAU D'ENTREPRISES

Le réseau d'entreprises est une forme organisationnelle complexe et instable. Les relations inter-entreprises, aussi bien que le réseau lui-même, ne cessent d'évoluer dans le temps en fonction de la maturité des produits, de l'instabilité du marché, des priorités des partenaires... Les métiers internes des entreprises évoluent, ce qui influence la position et le rôle qu'elles occupent au sein du réseau. Les entreprises sont contraintes à s'adapter à la complexité et aux mutations de l'environnement économique moderne, à faire face aux perturbations et aléas du marché. Ainsi, les modes de coordination inter-firmes sont en perpétuel changement, et le positionnement de chaque entreprise est à ajuster en fonction des transformations internes.

Définir un schéma pertinent d'évolution d'un réseau d'entreprises est une problématique à laquelle les PME/PMI sont de plus en plus confrontées. Les changements et mutations des organisations sont souvent mal accompagnés et mal maîtrisés. Les firmes doivent souvent se baser sur des hypothèses peu fiables de gains espérés ou estimés. Cela peut engendrer des risques quant à la stabilité du réseau. Dans ce cadre, il est ressorti des analyses réalisées au cours du projet de recherche GRECOPME II (voir chapitre II), que les réseaux étaient en attente d'outils et de méthodes leur permettant de mieux conduire leurs évolutions.

Dans la littérature, la majorité des études consacrées aux relations inter-entreprises ou aux réseaux se sont penchées sur l'analyse de la coopération, ses motivations, ses risques, ses intérêts, sa catégorisation… Autrement dit, elles se sont intéressées à la coopération d'un point de vue statique. Or, il est clair qu'une forme organisationnelle réseau n'est pas une forme définitive d'organisation mais un état contextuel et daté qui risque de transiter vers une autre forme à n'importe quel moment ; elle possède donc une forte dynamique. Mais, les approches de l'évolution des coopérations inter-firmes dans le temps, leur gestion, leur pilotage restent un champ peu exploré, et certains travaux ont commencé ces dernières années à décrypter cet aspect de la coopération inter-entreprises. Nous pouvons citer par exemple (Guth 1998), pour qui "*les groupements d'entreprises sont substantiellement instables et ont ainsi un besoin constant de changement. Les difficultés entre les partenaires ne sont pas la preuve absolue de dysfonctionnement mais plutôt le signe qu'une entreprise est en train de s'adapter au changement*". Mais aussi (Douard et *al.* 1998) qui note que : "*la question de l'évolution est d'autant plus mobilisatrice que les réseaux d'entreprises se trouvent devant une contradiction. Ils doivent être à la fois suffisamment solides, durables et inscrits dans le temps et l'espace pour pouvoir jouer leur rôle, et en même temps être flexibles, fluides,*

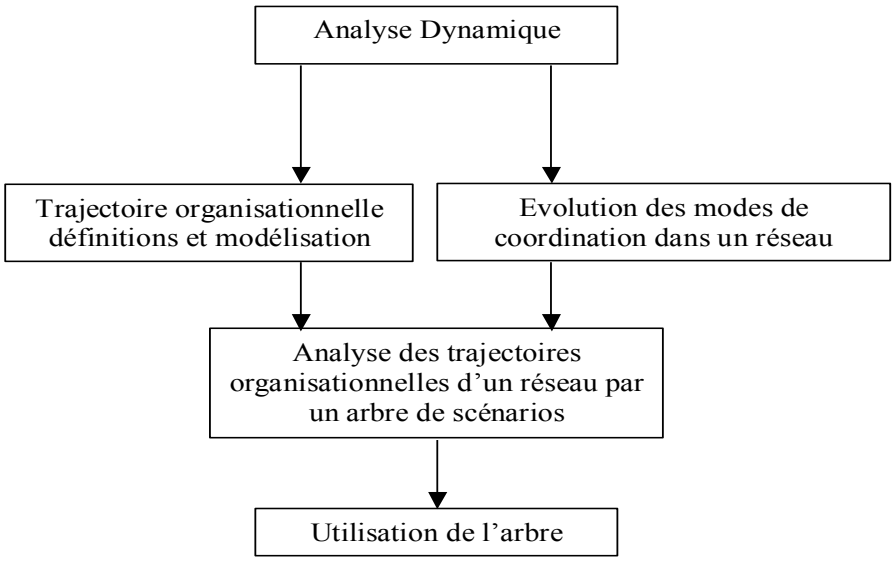
souples et adaptatifs.". Parmi d'autres travaux qui se sont aussi penchés sur la question de l'évolution des réseaux, nous pouvons citer (Heitz 1998, Thoben et *al*. 2001, Géniaux et *al.* 2003). Ceci résume bien la dynamique dans laquelle doivent s'inscrire les réseaux d'entreprises, et les dilemmes auxquels ils doivent faire face tout au long de leur évolution. Devant ces observations, il est intéressant de se poser des questions sur la possibilité de déterminer les facteurs de bifurcation qui amènent, à un moment de son histoire, un réseau à choisir un chemin plutôt qu'un autre. Est-il possible de prédire de telles situations ? Et dans ce cas, pouvons-nous intervenir pour fournir au réseau une aide lui permettant de choisir la bonne direction ou du moins celle qui lui évitera de se retrouver dans une situation non souhaitée ?

Le présent chapitre se situe dans cette optique de dynamique. Nous apportons notre contribution non seulement à l'analyse et à la modélisation de l'évolution des relations inter-entreprises, mais aussi à l'accompagnement et au pilotage de cette évolution. A l'issue de ce chapitre, nous proposons un outil d'aide à la décision pour les managers, leur permettant d'avoir une vision des différents scénarios d'évolution possibles afin d'atteindre leurs objectifs et d'éviter des risques irréversibles tels que les fusions/acquisitions non souhaitées.

Le chapitre est structuré de la manière suivante : nous commencerons par définir la "trajectoire organisationnelle" d'un réseau d'entreprises, puis nous modéliserons cette trajectoire. L'évolution des modes de coordination dans un réseau sera présentée au travers d'un arbre de scénarios dans la section suivante. Finalement, un exemple sera donné pour illustrer la méthode d'analyse.

Schéma de présentation du chapitre VII

Le schéma ci-dessous décrit l'enchaînement des idées qui seront présentées.



VII.1. Trajectoire organisationnelle

Comme le titre du chapitre l'indique, nous nous intéressons au pilotage des trajectoires organisationnelles des réseaux d'entreprises. Il est donc nécessaire de commencer par définir ce qu'est une "Trajectoire Organisationnelle". Nous définissons une trajectoire organisationnelle comme étant une succession de configurations liées par un processus de transformations ou de transitions. Les deux concepts de configuration (Mintzberg 1998) et de transformation (Pettigrew 1987) ont été utilisés jusque là dans le cadre d'entreprises monolithiques. Une adaptation est donc requise pour une utilisation dans un contexte de réseau d'entreprises (Benali et *al.* 2004a).

Nous définissons une configuration comme une période stable où le réseau adopte une structure particulière (une cartographie organisationnelle bien définie) et un fonctionnement bien spécifique. Les périodes de stabilité sont souvent interrompues par une période de transition. Une période de transition est le processus de transformation menant à une nouvelle configuration.

VII.2. Modélisation de la trajectoire organisationnelle

La question ici est de savoir de quelle manière nous pouvons modéliser la trajectoire organisationnelle d'un réseau d'entreprises. D'après la définition de la trajectoire organisationnelle donnée ci-dessus, deux aspects importants doivent apparaître : les configurations et les processus de transformation.

Une configuration sera représentée par une cartographie construite à partir de notre méthodologie basée sur la complémentarité des activités et la similarité des compétences, et présentée dans le chapitre V.

Lors d'études sur le terrain (Burlat et *al.* 2003), il a été constaté que l'évolution des groupements de PME/PMI est rarement guidée par une stratégie collective. Il est apparu que l'évolution des réseaux est souvent le résultat de processus de prise de décision locaux, c'est-à-dire, que ce sont les changements internes aux entreprises qui affectent leurs modes de coordination avec leurs partenaires. Le réseau passe ainsi d'une configuration organisationnelle à une autre. Le processus de transformation consiste en un ou des changements d'une ou de plusieurs entreprises en termes de compétences ou d'activités. Si une entreprise entreprend des changements en termes de compétences (développement d'une compétence, recentrage…), cela peut affecter son positionnement par rapport à ses partenaires en termes de similarité des compétences. De même, si une entreprise entreprend des changements en termes d'activités (développement d'une nouvelle activité, externalisation…), cela peut affecter son positionnement par rapport à ses partenaires en termes de complémentarité des activités.

La figure VII-1 illustre une trajectoire organisationnelle de base, contenant un seul processus de transformation. Une trajectoire organisationnelle est une association de plusieurs trajectoires de bases, contenant plusieurs processus de transformation distincts transitant à travers plusieurs configurations (figure VII-2). Dans la suite de notre étude, nous appellerons un processus de transformation une "*action/décision*", et une configuration un "état".

La figure VII-2 illustre une trajectoire organisationnelle typique, avec des actions qui font évoluer la cartographie d'un état initial à un état final à travers des états intermédiaires.

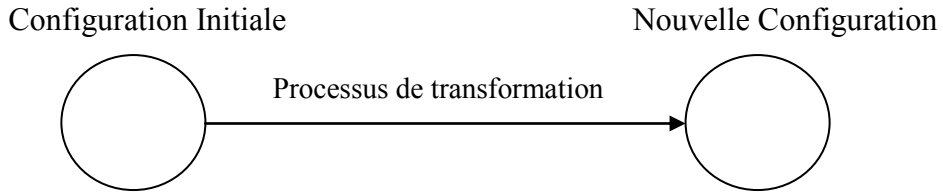


Figure VII-1 : Une trajectoire organisationnelle de base

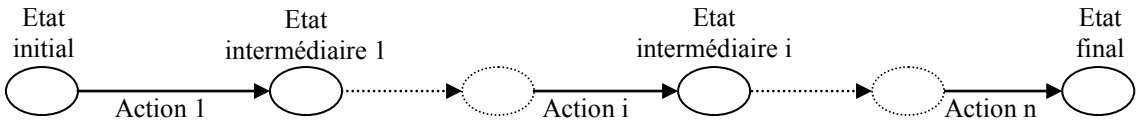


Figure VII-2 : Modélisation d'une trajectoire organisationnelle

Nous explicitons dans ce qui suit les différentes composantes de la trajectoire organisationnelle d'un réseau d'entreprises.

VII.2.1. Etat Initial

L'état initial représente la cartographie organisationnelle actuelle du réseau. Cette cartographie est construite à partir des informations obtenues sur les compétences et les activités de chaque entreprise.

VII.2.2. Action

Les actions représentent toutes les décisions relatives aux activités et compétences que peuvent entreprendre les entreprises. Une action peut contenir une ou plusieurs décisions. Les décisions peuvent être prises par une ou plusieurs firmes du réseau.

VII.2.3. Etat Intermédiaire

Un état intermédiaire est une cartographie résultant d'une action. Elle est construite à partir d'un état initial et d'actions transformant un état initial en un état intermédiaire.

VII.2.4. Etat Final

L'état final représente la cartographie résultant de toutes les actions de la trajectoire. Nous verrons dans la suite de ce chapitre que l'état final peut être soit un objectif à atteindre, soit un risque à éviter.

VII.3. Evolution des modes de coordination dans un réseau d'entreprises

Un mode de coordination entre deux entreprises d'un réseau est l'élément de base d'une cartographie organisationnelle. Une cartographie qui évolue, suivant une trajectoire organisationnelle, signifie qu'un ou plusieurs modes de coordination au sein de cette cartographie ont changé passant d'un mode à un autre. Un mode de coordination liant deux firmes mute vers un autre mode si la complémentarité des activités ou la similarité des compétences entre les deux entreprises viennent à changer. Nous définissons dans ce qui suit les différentes évolutions de base possibles d'un mode de coordination entre deux firmes d'un réseau.

VII.3.1. Un plan d'analyse

L'approche proposée dans les chapitres précédents, basée sur la complémentarité des activités et la similarité des compétences, permet de définir un référentiel dans lequel nous pouvons visualiser les mutations possibles d'un mode à un autre (Burlat et *al.* 2003).

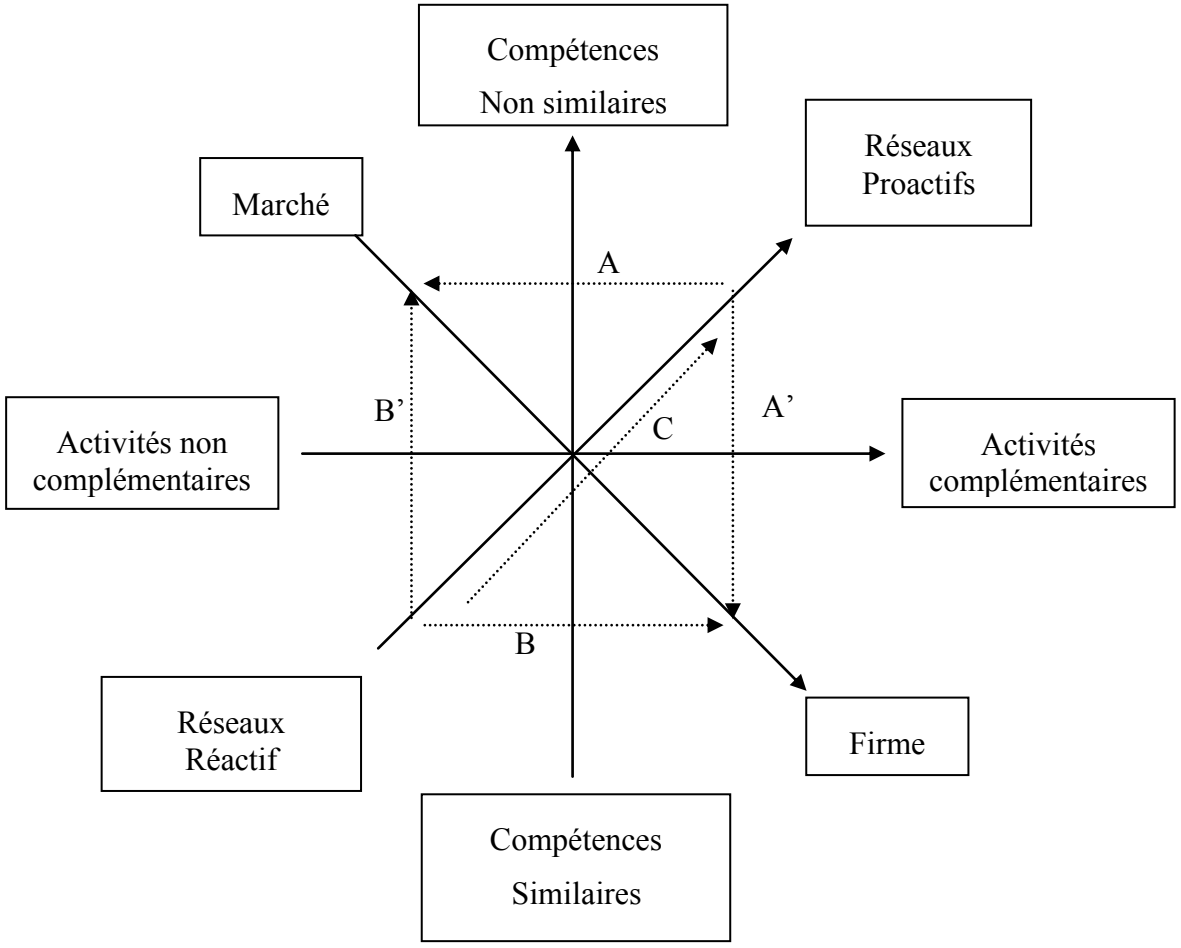


Figure VII-3 : Evolution des modes de coordination selon les activités et les compétences.

VII.3.2. Les mutations possibles dans le plan d'analyse

Le cadre de modélisation illustré dans la figure VII-3 permet de mettre en évidence les différentes mutations possibles d'un mode de coordination. Des mutations types se dessinent selon le mode de coordination initial et selon l'évolution probable du couple (compétences / activités) :

- A : un réseau proactif constitué risque de se disperser en firmes indépendantes si les activités deviennent non complémentaires ;
- A' : un réseau proactif constitué peut fusionner en une seule entreprise si les compétences deviennent similaires ;
- B : un réseau réactif peut également fusionner si ses activités deviennent complémentaires ;
- B' : un réseau réactif risque de se disperser si les compétences deviennent non similaires ;
- C : un réseau réactif deviendra un réseau proactif en développant des compétences non similaires (recentrage sur un métier de chaque membre du réseau) tout en évoluant vers des activités complémentaires.

Notons que dans tous ces cas, les transformations ne sont pas unidirectionnelles ou définitives. Les chemins inverses peuvent aussi se produire. Nous illustrons dans ce qui suit chacune de ces transformations par un cas industriel observé (Burlat et *al.* 2003a).

Dispersion d'un Réseau Proactif (transformation A)

Les cas les plus caractéristiques pour ce genre de transformation sont les réseaux de type entreprise virtuelle (Favrel 1998). Ce type d'organisation regroupe différents partenaires ayant des compétences distinctes, pour la durée d'un projet. Des ressources sont affectées en commun, des mécanismes de coordination sont définis, ainsi que d'éventuels jalons et mécanismes d'évaluation. Une fois le projet achevé, les activités de chaque partenaire reprennent leur cours, indépendamment les uns des autres, et le réseau disparaît. Dans la majorité des cas, la dispersion du réseau est prévisible et parfois même planifiée[27]. Cependant, dans certains cas, la dispersion peut être le résultat d'une décision collective non planifiée à l'avance[28]. Un lien de type Réseau Proactif peut disparaître, dans le cas où par exemple l'une des deux entreprises décide d'externaliser l'activité qui la lie à son partenaire, la complémentarité disparaissant et transformant la relation vers une coordination par le marché.

[27] On observe souvent ce type de situation dans le domaine du BTP pour la réalisation d'un chantier sur un horizon prédéterminé

[28] C'est le cas des réseaux d'apprentissage collectif. Une fois que les partenaires estiment avoir suffisamment appris, ils peuvent décider d'abandonner le réseau.

Fusion dans un Réseau Proactif (transformation A')

L'observation de l'évolution de certains réseaux a montré qu'un réseau peut devenir sous-traitant de premier ordre de gros équipementiers, ce qui conduit chaque entreprise du réseau à abandonner progressivement ses autres activités et à se spécialiser autour des compétences communes exigées par les donneurs d'ordres. L'uniformisation des compétences induite par les besoins du client peut faciliter le rachat et la fusion des entreprises en une seule firme, par exemple lors du départ à la retraite de l'un des dirigeants.

Fusion dans un Réseau Réactif (transformation B)

Dans le cas d'un autre réseau, c'est l'opportunité du rachat en commun de locaux qui a déclenché la réflexion pour la mise en place d'un magasin de stockage commun. La taille des locaux d'une part, et la nécessité d'accroître la coordination entre les activités de chacune des entreprises d'autre part, ont ainsi conduit à la réimplantation des entreprises sur un seul site industriel. Les difficultés financières de l'une des entreprises ont obligé les autres à racheter sa part de locaux et ses machines, et à intégrer les parties de l'activité qui pouvaient être complémentaires à leur activité propre. Il s'agit donc ici d'une fusion partielle, les autres entreprises continuant à fonctionner indépendamment dans le cadre de l'alliance sur leur secteur d'activité non complémentaire. Typiquement, nous avons dans ce cas plusieurs liens de type Réseau Proactif qui se transforment en des liens de type Firme.

Dispersion d'un Réseau Réactif (transformation B')

Ce cas est en particulier observé lorsqu'un membre du réseau opère une mutation technologique forte, comme un changement de procédé de fabrication, ou lorsqu'il se recentre sur un maillon de sa chaîne de valeur (par exemple la conception) et externalise ses autres activités. Cette entreprise s'éloigne alors de la communauté de métier qui justifiait son appartenance au réseau. Cette situation a été observée dans le cadre d'un réseau d'achats : une innovation technologique a amené l'un des partenaires à changer de type de matière première ; il est ensuite sorti du réseau d'achats qui n'avait plus d'intérêt pour lui.

Evolution d'un Réseau Réactif vers un Réseau Proactif (transformation C)

Cette situation a été observée dans le cas d'un groupement d'employeurs, regroupant des entreprises qui se sont réunies pour l'embauche d'un responsable qualité à temps partagé. Cette initiative a permis l'émergence d'une alliance technologique construite par les entreprises qui se sont découvert des activités complémentaires à partir de la culture qualité construite en commun. Après un certain temps de coopération, certaines entreprises se sont engagées dans la conception et l'industrialisation d'un procédé innovant de marquage de pièces. Une SARL matérialisant le réseau a été créée. Chacun des chefs d'entreprise en est actionnaire. Elle est chargée de la fabrication et de la distribution du nouveau procédé. Cette coopération a notamment permis de limiter les risques liés au lancement de l'innovation.

Les différentes illustrations que nous venons de présenter montrent combien la coopération en réseau est une forme instable de coordination. Le départ à la retraite de l'un des partenaires, la fin d'un chantier, des difficultés financières, le déménagement sur un nouveau site de production, … sont autant d'événements internes ou externes (actions possibles) qui peuvent perturber l'équilibre du jeu gagnant-gagnant entre les partenaires, et faire évoluer la structure vers d'autres formes de coordination.

VII.4. Analyse des trajectoires organisationnelles d'un réseau d'entreprises

Un réseau d'entreprises rencontre, tout au long de son évolution, des situations de bifurcations dans lesquelles une ou plusieurs décisions doivent être prises pour faire le bon choix. Pourquoi s'engager sur une trajectoire organisationnelle plutôt qu'une autre ? C'est une question à laquelle tous les réseaux d'entreprises ont été confrontés à un moment ou à un autre de leur évolution. Souvent, cette évolution se fait dans une vision floue et hypothétique. Il n'y a pas de vision précise du résultat des décisions prises.

Nous nous proposons dans cette section d'aborder cette problématique en modélisant l'évolution d'un réseau au travers d'un arbre de scénarios (figure VII-4).

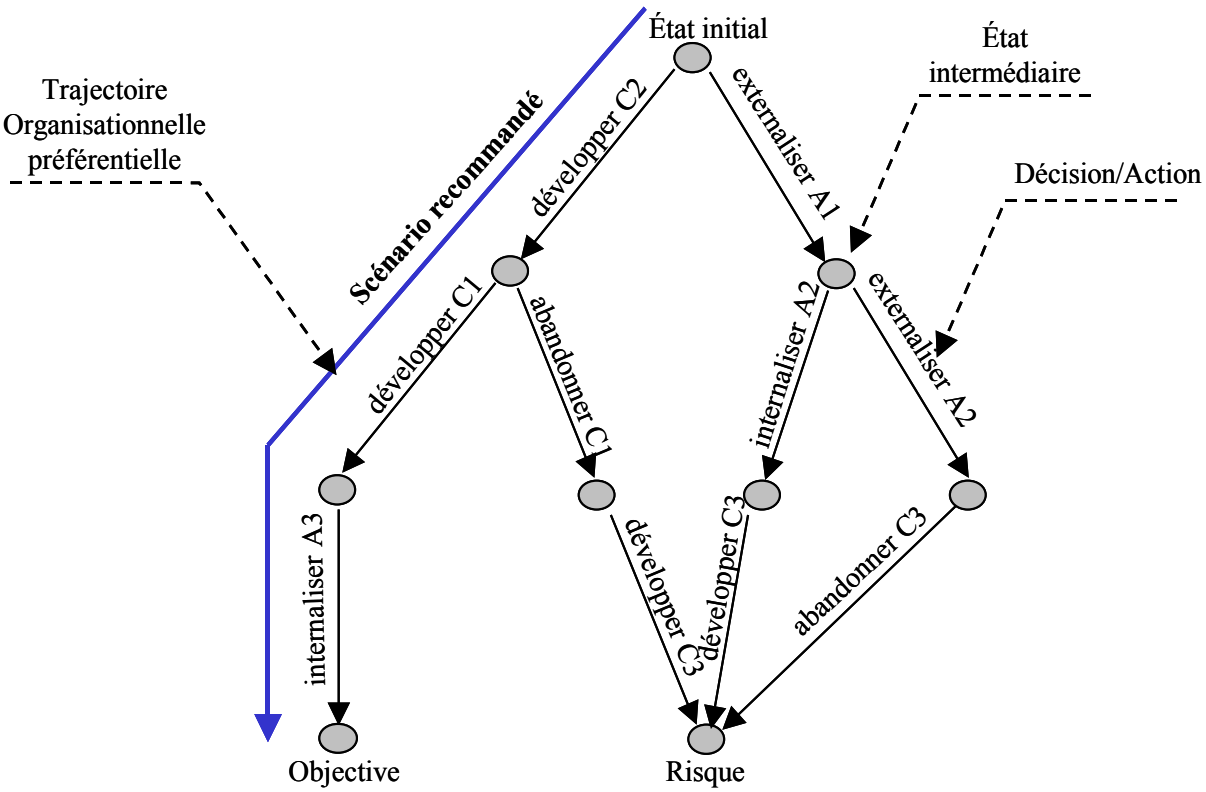


Figure VII-4 : Exemple d'un Arbre de Scénarios

L'arbre de scénarios de la figure précédente illustre bien la problématique du choix des décisions à prendre qui est aussi important que l'ordre dans lequel ces décisions sont prises. En effet, selon l'ordre dans lequel des décisions sont prises le résultat peut être radicalement différent. Nous verrons lors de l'application des exemples pratiques et théoriques que les mêmes décisions peuvent aboutir sur un risque ou un objectif, selon l'ordre dans lequel elles seront prises.

L'arbre de scénarios représente un outil efficace d'aide à la décision pour les managers. Il permet d'offrir une réelle structure dans laquelle on peut mettre en évidence plusieurs choix et avoir une vision des résultats possibles. Mais aussi, il permet de représenter les risques associés à chacune des décisions susceptibles d'être prises.

Voici un exemple qui permet d'illustrer la démarche de construction d'un arbre de scénarios dans un réseau de trois entreprises E_1, E_2, E_3. Nous supposons que seulement l'entreprise E_2

va entreprendre des changements pour atteindre son but qui est de fusionner avec E_1. Le risque dans ce cas est que E_2 se retrouve dans une situation de fusion/acquisition non souhaitée avec E_3. Nous supposons aussi que les trois entreprises ont des activités complémentaires et des métiers différents. L'évaluation des compétences est donnée dans le tableau VII-1.

	C1	**C2**	**C3**
E_1	1	0	1
E_2	0	1	0
E_3	0	1	1

Tableau VII-1 : Evaluation des compétences "Exemple de scénario"

La cartographie des modes de coordination du réseau est donc :

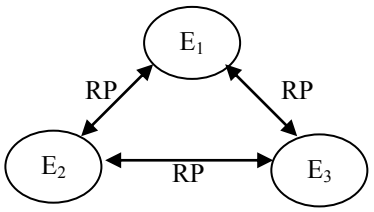


Figure VII-5 : Cartographie "exemple de scénario"

Pour se trouver dans une position de fusion/acquisition avec E_1, l'entreprise E_2 doit agir sur ses compétences pour se rapprocher du métier de E_1. A partir du tableau d'évaluation des compétences, on peut identifier les actions les plus pertinentes que doit entreprendre E_2 pour atteindre son objectif : développer les compétences C1 et C3, et abandonner la compétence C2.

La figure VII-6 illustre l'arbre des scénarios possibles. On peut noter, dans ce cas, que l'ordre des décisions est important. Concrètement, pour éviter de se retrouver dans une situation de risque, l'entreprise E_2 doit d'abord s'éloigner de E_3, en termes de compétences, pour ensuite se rapprocher de E_1. La trajectoire préférentielle ou recommandée pour atteindre l'objectif est : développer C1, ensuite développer C2, et enfin abandonner C3.

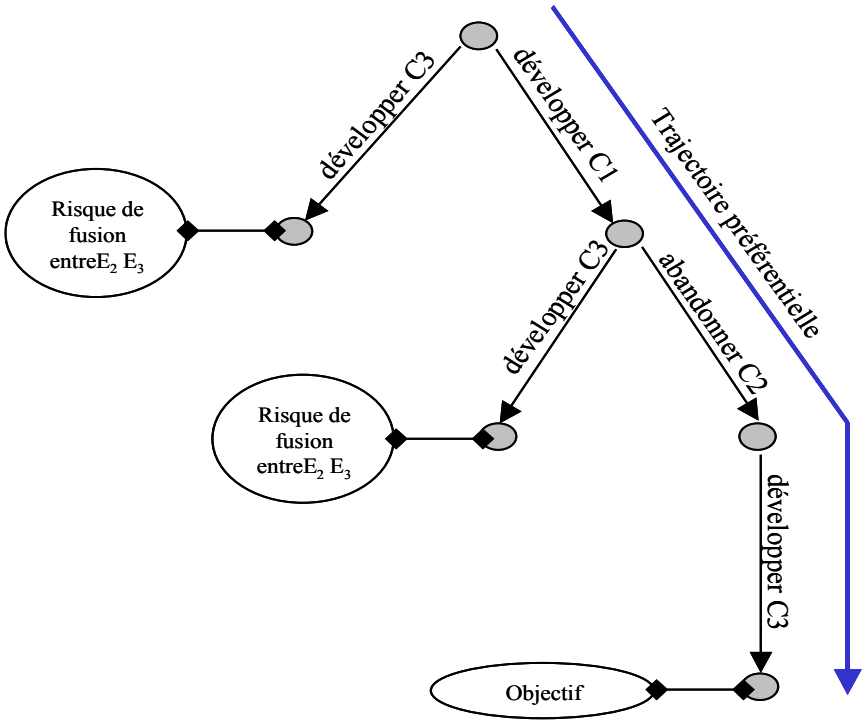


Figure VII-6 : Arbre de scénarios d'un réseau de 3 entreprises

Après avoir vu comment il était possible de construire un arbre de scénarios, il convient maintenant de développer les trois paramètres qui sont : les actions, les risques, les objectifs.

VII.4.1. Actions/Décisions

Dans notre démarche, nous nous intéressons à toutes les décisions qui ont un impact sur les compétences et les activités. D'autres paramètres peuvent influencer les modes de coordination, sans pour autant relever des compétences et des activités des entreprises. Un certain nombre de ces paramètres a été pris en compte dans ce que nous avons appelé les "paramètres contingents" (cf. Chapitre II).

Parmi les décisions qui ont une influence sur la similarité des compétences, nous pouvons citer : le développement d'une nouvelle compétence ou d'une compétence existante, le recentrage sur le cœur de métier, l'abandon d'une compétence, un changement technologique, l'embauche d'un spécialiste, la vente d'une filiale, la formation du personnel, l'acquisition ou le rachat d'une autre entreprise… Ces actions ou décisions ont pour résultat soit d'accroître soit de décroître la maîtrise d'une ou de plusieurs compétences. En termes de compétences, nous parlerons dans la suite de notre travail de deux types d'action : Développer ou Abandonner une compétence.

Parmi les décisions qui ont une influence sur la complémentarité des activités, nous pouvons citer: le développement d'une nouvelle activité ou d'un nouveau produit, l'externalisation, l'internalisation, la sous-traitance, le recentrage sur le cœur de métier, la vente d'une filiale, la formation du personnel, l'acquisition ou rachat d'une autre entreprise… Ces actions ou décisions ont pour résultat soit d'accroître la complémentarité des activités entre des entreprises, soit de la décroître. En termes d'activités, nous parlerons dans la suite de notre travail de deux types d'action : devenir plus complémentaire, devenir moins complémentaire.

Notre travail se limite à proposer un arbre de scénario construit à partir de ces quatre actions. Il revient ensuite à l'utilisateur de définir quelles sont les décisions adéquates en termes de compétences ou d'activités.

La définition des actions se fait par rapport à deux aspects :

- il faut qu'elles soient logiques, c'est-à-dire, applicable par la firme par rapport à son cœur de métier et celui des ses partenaires, mais aussi en termes financiers ;

- ces actions doivent être en adéquation avec les objectifs définis par le réseau. Elles ne doivent pas créer de situations non souhaitées de transfert de connaissances, d'opportunisme ou de concurrence, qui ont un effet néfaste sur le bon fonctionnement du réseau.

VII.4.2. Objectifs

L'objectif peut s'exprimer de diverses manières :

- le réseau veut atteindre ou développer une certaine forme que nous pouvons représenter au travers d'une cartographie (par exemple un projet de co-production, un réseau d'achat, une entreprise réseau …) ;

- deux ou plusieurs entreprises d'un réseau veulent fusionner ;

- des entreprises veulent éviter de se retrouver dans des situations de fusion ;

- …

VII.4.3. Risques

Le risque peut apparaître sous diverses formes :

- une ou plusieurs entreprises se retrouvent dans une situation de fusion/acquisition non souhaitée ;

- un transfert de compétences non voulu a lieu vers un concurrent potentiel ;

- des comportements d'opportunisme et de "*free riding*" apparaissent ;

- …

VII.5. Utilisation de l'arbre de scénarios

La construction de l'arbre de scénarios dépend de son utilisation. L'utilisation de l'arbre de scénarios peut se présenter sous deux grandes formes principales :

1. La première forme se présente quand les objectifs et risques sont identifiés et bien précis. Dans ce cas, les décisions prises seront en fonction des objectifs à atteindre et des risques à éviter. La variété des décisions à prendre est alors restreinte, ce qui rend l'arbre moins complexe. L'exemple d'études traité plus loin illustre cette situation. Cette forme se présente aussi quand les décisions sont déjà connues et que l'arbre vient donner une vision de ce que ces décisions auront comme conséquences sur l'évolution de la structure organisationnelle du réseau ;
2. La deuxième forme est plus complexe que la première. Cette fois, il n'y a pas d'objectifs ou de risques bien définis. Dans ce cas, les décisions à prendre sont moins évidentes à identifier. Ainsi, toutes les décisions possibles sont prises en compte, ce qui fait exploser rapidement l'arbre de scénarios. Cette forme est utile par exemple dans le cas ou un acteur extérieur (institution, concurrent, consultant, un futur entrant …) au réseau veut voir comment le réseau peut évoluer.

VII.6. Exemple d'études

Nous présentons dans ce qui suit un exemple d'application qui permet de mieux illustrer l'influence des transformations internes en termes d'activités et de compétences sur l'objectif recherché. Cet exemple permet aussi de voir comment on peut jouer sur les deux leviers activités et compétences pour orienter le réseau sur une trajectoire plutôt qu'une autre afin qu'il atteigne ses objectifs, ou du moins qu'il évite de se retrouver dans des situations de risques irréversibles.

Prenons l'exemple d'un réseau de 4 entreprises E_1, E_2, E_3, E_4. Une entreprise E_5 intègre le réseau avec l'objectif de fusionner avec l'entreprise E_4.

Pour simplifier l'arbre et le rendre affichable, nous allons supposer que :

- l'évaluation des compétences se fera en 0 ou 1 (0 pour une compétence inexistante ou faiblement maîtrisée, 1 pour une compétence clé ou fortement maîtrisée).

- les décisions ou actions ne sont entreprises qu'en termes de compétences. Les activités sont considérées comme fixes ;

- les transformations en termes de compétences se font de deux manières : un passage de 0 à 1 pour l'action développer une compétence ; un passage de 1 à 0 pour l'action abandonner une compétence (de cette manière on réduit le nombre de branches dans l'arbre de scénarios) ;

- il existe deux sous-groupes de firmes complémentaires, E_2, E_4, E_5, et E_1, E_3.

L'évaluation des compétences de ce réseau donne lieu au tableau suivant :

	C_1	C_2	C_3	C_4
E_1	1	1	0	0
E_2	1	0	1	0
E_3	0	1	1	0
E_4	1	0	0	1
E_5	0	1	1	0

Tableau VII-2 : Evaluation des compétences d'un réseau de 5 entreprises

La cartographie organisationnelle des modes de coordination privilégiés du réseau est la suivante :

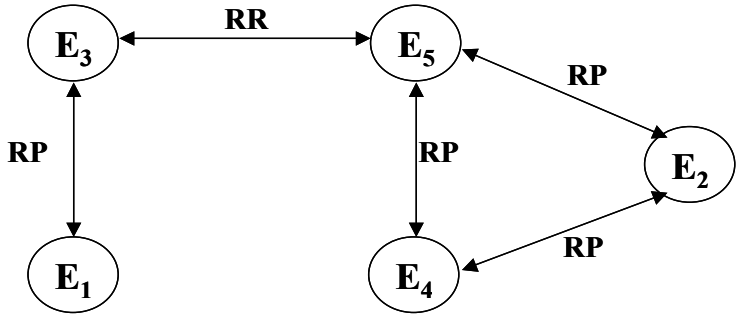


Figure VII-7 : Cartographie d'un réseau de 5 entreprises

En analysant le tableau d'évaluation des compétences ci-dessus (tableau VII-2), on peut voir que les deux entreprises E_4 et E_5 on des compétences qui sont dissimilaires. La distance entre ces deux entreprises en termes de compétences est de 1. L'objectif de fusion entre elles se traduit par le passage d'une distance de 1 à une distance la plus petite possible ($d \approx 0$). Pour ce faire, il faudrait que l'entreprise E_5 transforme ses compétences pour se positionner sur le même champ de compétences que celui de l'entreprise E_4.

Quatre décisions/actions possibles pour la firme E_5 ont été identifiées pour atteindre l'objectif : développer C_4, développer C_1, abandonner C_2, abandonner C_3.

A partir de ces quatre décisions et de l'état initial, nous pouvons construire l'arbre de scénarios.

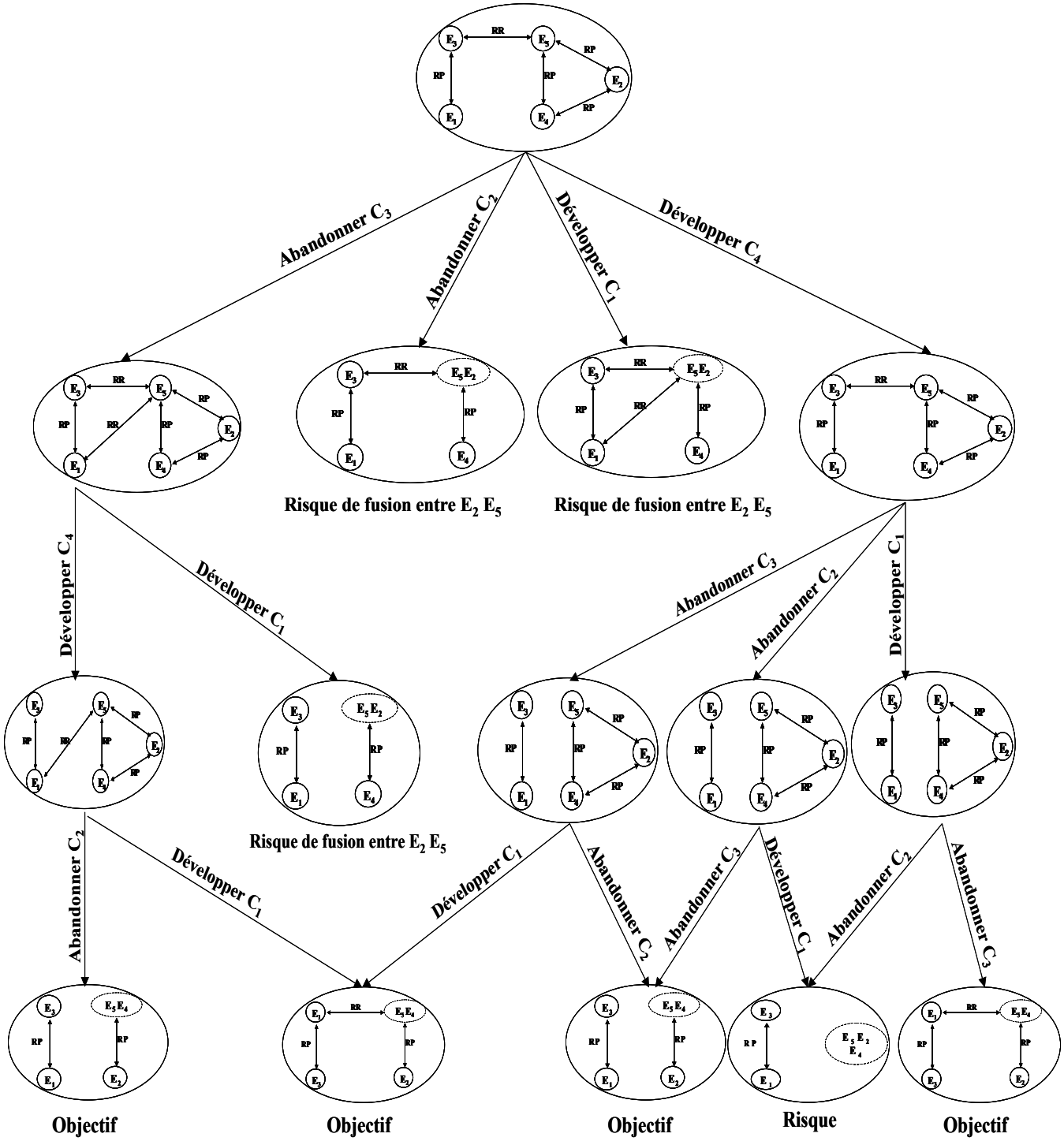


Figure VII-8 : Arbre de décisions d'un réseau de 5 entreprises

L'arbre de scénarios de la figure VII-8 illustre les différentes décisions possibles et leurs incidences en termes de mode de coordination au sein du réseau. Il permet de fournir plusieurs analyses. Par exemple, certaines décisions ne devraient pas être prises avant d'autres, comme la décision "Développer C_1", qui si elle est prise avant les autres causerait un risque de fusion entre les deux entreprises E_2 et E_5. Ainsi, selon l'ordre dans lequel sont prises

les quatre décisions le résultat n'est pas le même. Par exemple, la ligne de décisions "Développer C_4, Abandonner C_3, Développer C_1" aboutit sur l'objectif. Cependant si elle est prise selon un autre ordre "Abandonner C_3, Développer C_1, Développer C_4" elle mènerait à un risque. De façon globale 5 trajectoires sur 11 sont susceptibles d'aboutir sur des risques.

Il est clair que la prise de décision doit se faire en concertation entre tous les membres du réseau, car si une des entreprises décide à un moment de changer de stratégie en développant une compétence ou d'entreprendre un changement qui pourrait affecter ses compétences, cela peut avoir une influence sur la trajectoire organisationnelle. Si une telle situation se présente, on peut l'intégrer en cours de route, ce qui changera les états suivants cette décision ainsi que les trajectoires organisationnelles qui en découlent.

VII.7. Conclusion

Les problèmes rencontrés dans les coopérations inter-entreprises sont souvent dus à plusieurs causes : un mauvais choix de partenaires, un mauvais choix de décisions, un comportement d'opportunisme, un manque de confiance mutuelle, une hésitation des managers face aux risques éventuels d'un changement... Notre méthodologie permettrait d'éviter certains de ces problèmes.

Les entreprises appartenant à des organisations et plus particulièrement à des réseaux d'entreprises, dans ce contexte d'instabilité et de forte concurrence, se doivent de contrôler, maîtriser, et accompagner toutes les relations qu'elles possèdent ou du moins les relations les plus pertinentes, dont elles ne sont, souvent, même pas informées. La méthodologie d'analyse présentée dans ce chapitre permet d'avoir une visibilité de ce que pourraient être les relations après des changements internes à l'entreprise, mais aussi de construire une stratégie commune, les prises de décisions étant interdépendantes. Si une entreprise désire ou est obligée de faire un quelconque changement interne qui peut influencer ses relations, elle doit d'abord définir et voir comment cette décision affecterait sa position au sein du réseau mais aussi la structure globale du réseau.

Prendre la bonne décision ou du moins celle qui ne causerait pas de situation critique non souhaitée et souvent irréversible, est un élément important pour rester compétitif. Parfois, il ne suffit pas de prendre une bonne décision, mais il faut aussi la prendre au bon moment. La méthodologie proposée permet ainsi d'identifier les décisions à prendre (mais surtout celles à ne pas prendre), mais aussi dans quel ordre les prendre pour éviter les risques.

Cette méthodologie n'est pas une procédure standard que l'on appliquerait aveuglement pour n'importe quel réseau, i.e. ce n'est pas une boite noire où l'on ferait entrer l'état initial et les décisions pour obtenir en sortie les trajectoires recommandées. Son application peut se faire de plusieurs manières en fonction du réseau, des objectifs recherchés, du contexte d'utilisation … On pourrait dire qu'il s'agit d'avantage d'un cadre d'analyse général, à l'intérieur duquel l'utilisateur peut intervenir à tout moment pour introduire un quelconque changement qui n'a pas été prévu. C'est donc un outil d'analyse flexible que l'utilisateur peut modeler.

Cette analyse est bien sûr basée sur des aspects plus économiques que cognitifs ou relationnels. Les paramètres contingents ont un rôle à jouer dans l'orientation stratégique d'une entreprise et peuvent ainsi influencer sa prise de décision au-delà des aspects économiques basés sur des caractéristiques structurelles. Comme cela a été indiqué dans le chapitre II, ces paramètres peuvent avoir un effet freinant ou accélérant la coopération, et dans des cas extrêmes stopper une coopération, ce qui peut fausser les trajectoires. Par exemple, le

renforcement de la confiance mutuelle par l'augmentation de la fréquence des contacts peut avoir une influence considérable.

Cette analyse présente néanmoins l'inconvénient de ne pas tenir compte de ce qui peut se passer pendant les périodes de stabilité. Lors de ces périodes, qu'elles soient courtes ou longues, des changements peuvent avoir lieu et qui ne sont pas pris en compte dans l'arbre de décisions. Plus le réseau est grand et complexe, plus cet aspect est difficile à maîtriser et à rectifier. Cependant, si les entreprises du réseau se connaissent assez et ont développé de fortes relations de confiance, les changements ou décisions pouvant avoir lieu lors des périodes de transition sont peu probables et peuvent être maîtrisées et gérées dans la suite du scénario. Comme nous l'avons dit plus haut, cette méthode offre une aide à la décision qui permet à l'utilisateur de maîtriser et d'intégrer des décisions non prévues, et de connaître leur influence sur la suite des événements.

Une deuxième critique, est la non prise en compte des changements environnementaux. Souvent, un changement dans l'environnement d'une entreprise affecte cette dernière en l'incitant à procéder à des changements internes pour faire face et s'adapter à ces modifications et variations qui sont souvent imprévisibles. Ces changements internes se traduisent le plus souvent en termes de compétences et d'activités.

Comme son nom l'indique, cet outil d'aide à la décision ne prétend pas régler les problèmes et les conflits que peut rencontrer un réseau dans son évolution, mais il présente une aide pour les managers, leur permettant de guider leurs choix et leurs décisions, et ainsi construire une stratégie cohérente, qui prenne en compte leur position dans un réseau et la stratégie de leurs partenaires.

Plusieurs perspectives sont ouvertes pour enrichir cette méthode, telle que l'introduction de coûts d'une prise de décision (des coûts pour chaque branche) : financiers, stratégiques, sociaux, etc. Mais aussi des probabilités d'occurrence pour les décisions (branches) et les scénarios.

PARTIE 4

APPLICATIONS ET LIMITES D'UTILISATION

CHAPITRE VIII

ETUDE PRATIQUE 1

Ce chapitre est consacré à une étude pratique d'un échantillon de 12 entreprises appartenant à un club d'entreprises composé de 120 PME localisées essentiellement dans le département de la Loire. Cette étude de cas se concentre sur une analyse statique, i.e. sur la construction des cartographies et l'évaluation des écarts.

L'approche du club d'entreprises a été faite par le biais d'une entreprise qui joue un rôle principal au sein du club. Le dirigeant de cette entreprise nous a permis d'identifier des entreprises adhérents au club avec lesquelles il réalise des affaires, ainsi que des entreprises ayant des caractéristiques intéressantes pour notre analyse. Nous avons ainsi eu deux entretiens avec ce manager, ce qui nous a permis de récolter des données primaires importantes pour notre analyse. Les données restantes sont essentiellement secondaires, c'est-à-dire obtenues à partir d'un descriptif du club et de ses adhérents, fourni par le club. Quelques informations utiles ont aussi été récupérées sur les sites web des firmes ainsi qu'à travers les sites fournissant des informations opérationnelles et commerciales sur les entreprises françaises.

Nous commencerons par construire la cartographie des modes de coordination potentiels du réseau (cartographie théorique), basée sur la complémentarité des activités et la similarité des compétences entre ces PME. Ensuite nous construirons la cartographie des modes de coordination effectifs, basée sur la cartographie réelle selon la démarche exposée dans le chapitre VI. Finalement nous calculerons les écarts entre les deux cartographies.

VIII.1. Description du club

Le club d'entreprises étudié est une association loi 1901. Il a été crée en 1990, et comprend un président et un conseil d'administration. Il inclut 120 entreprises couvrant huit secteurs d'activités. Le territoire des PME adhérentes s'étend sur 30 communes sur la région stéphanoise, essentiellement sur le pays du Gier. Le club mène des actions locales mais aussi nationales et internationales à travers quatre commissions. Une commission de communication qui a pour mission de valoriser le club et ses actions en termes de supports et de manifestations, et d'organiser des réunions thématiques. Une commission de développement commercial, qui accompagne les entreprises dans les activités d'export. Une commission de développement stratégique qui aide les entreprises dans leur évolution et leur développement mais aussi dans le management du changement, en organisant les groupes de réflexion et des actions collectives. Et enfin une commission emploi-formation qui gère le rapprochement avec les écoles et universités et la formation inter-entreprises.

Le club a pour objectifs de favoriser et faciliter les échanges inter-firmes, et de développer des actions collectives au niveau local, national, et international pour aider les PME adhérentes à évoluer dans ces différents marchés de manière plus efficace que si elles le faisaient seules. La valorisation des complémentarités entre adhérents du club pour construire des offres globales dans diverses activités et renforcer les synergies, est l'un des buts essentiels. A coté de cela, il représente un véritable portail économique régional.

VIII.2. Entretiens et obtention des données

Nous avons procédé à deux rendez-vous avec le directeur de l'une des 12 entreprises. Cette entreprise est notre point d'entrée dans cette grappe d'entreprises. Nous la nommerons pour le moment l'entreprise principale. Le choix des onze autres entreprises a été fait en concertation avec ce dirigeant. Ces PME sont des firmes adhérentes au club. Cinq de ces PME travaillent étroitement avec l'entreprise principale, deux autres proposent une offre globale, deux autres ont un partenariat avec l'entreprise principale, enfin les deux dernières PME ont été choisies en raison de leur stratégie active de coopération au niveau du club. Ainsi, lors des entretiens, le directeur de l'entreprise principale, nous a fourni des données précises sur son entreprise par rapport aux autres PME mais aussi sur les relations et les particularités des autres PME. Nous avons donc recoupé ces données avec des données secondaires que nous avons obtenues par le biais du descriptif de chaque entreprise et de ses relations au sein du club. Ce descriptif est fourni par le club. Ainsi, nous avons constitué les données dont nous avons besoin sur l'entreprise principale et les 10 PME gravitant autour d'elle. Cependant, quelques résultats peuvent être biaisés du fait qu'ils proviennent de données secondaires, notamment en ce qui concerne la complémentarité entre certaines entreprises.

VIII.3. Echantillon d'étude et données générales

L'échantillon que nous avons choisi d'étudier se compose donc de 12 PME adhérentes au club. Ces 12 entreprises sont principalement axées sur la chaudronnerie, la robinetterie, l'outillage de presses, la mécanique générale et l'emballage. Le tableau VIII-1 résume quelques caractéristiques et propriétés de ces douze entreprises, que nous nommerons par des lettres de A à L.

	Effectif	Forme juridique	Localisation	C.A.	Propriété	Code NAF
Entreprise A	44	S.A.	Saint-chamond	4 980 K	Appartient à un groupe	291 F
Entreprise B	45	S.A.	Rive-de-Gier	4 880 K	Familiale	283 C
Entreprise C	9	SARL	La grand croix	1 090 K	Familiale	204 Z
Entreprise D	8	SAS	La grand croix	900 K	Autre	284 B
Entreprise E	28	S.A.	Saint-chamond	2 600 K	Autre	333 Z
Entreprise F	90	S.A.	Saint-chamond	9 500 K	Appartenant à un groupe	272 C
Entreprise G	10	SARL	Saint-chamond	820 K	Familiale	424 C
Entreprise H	32	S.A.	Saint-chamond	3 960 K	Familiale	285 D
Entreprise I	25	SARL	Saint-chamond	1 440 K	Familiale	285 D
Entreprise J	47	S.A.	Saint-chamond	13 000 K	Autre	285 D
Entreprise K	35	SARL	Saint-chamond	200 K	Autre	285 D
Entreprise L	11	SARL	St Genis Laval	476 K	2 associés	333 Z

Tableau VIII-1 : Caractéristiques des onze entreprises de l'échantillon d'étude

Le tableau suivant résume les métiers et les domaines d'activités de l'échantillon :

Entreprises	Métiers
Entreprise A	Robinetterie pour l'industrie pétrolière, chimique. Vannes, robinets à soupape, clapet anti-retour
Entreprise B	Chaudronnerie, tuyauterie
Entreprise C	Emballage en bois et en carton et conditionnement maritime
Entreprise D	Etiquettes adhésives ou non, plastic, métal, carton, accessoires étiquetage
Entreprise E	Etude schémas et câblage armoires, machines
Entreprise F	Brides de raccord, accessoires de tuyauterie
Entreprise G	Mobilier pour l'agencement de magasins et stands
Entreprise H	Travaux d'usinage et montage
Entreprise I	Mécanique générale de précision (tournage, fraisage, alésage, rectifiage)
Entreprise J	Conception et réalisation d'outillage de presses et d'emboutissage
Entreprise K	Usinage et mecano-soudure avec usinage pour la robinetterie industrielle
Entreprise L	Fabrication d'équipements de contrôle des processus

Tableau VIII-2 : Métiers et domaines des entreprises de l'échantillon d'étude

VIII.4. Paramètres contingents

Dans cette partie, nous nous intéressons aux données relatives aux paramètres contingents. Nous ne pouvons pas prendre en compte tous les paramètres, car certains paramètres sont difficilement estimables, ou bien nous n'avons pas pu obtenir des données suffisantes pour les prendre en compte[29]. D'autres paramètres sont plus accessibles. Ces paramètres sont :

[29] Ces paramètres difficilement mesurables sont principalement la proximité culturelle et la capacité organisationnelle.

- *La confiance* : elle existe déjà, le degré de confiance mutuelle est élevé, car les 12 entreprises appartiennent au même club. De plus, elles se connaissent depuis un certain temps. Elles ont toutes un engagement financier et moral dans le club, et se rencontrent assez fréquemment dans le cadre du club et des actions organisées par les différentes commissions. Des déficits locaux de confiance peuvent cependant exister entre certains partenaires, mais ce paramètre est délicat à obtenir sans une connaissance approfondie du réseau et de ses dirigeants ;

- *La proximité géographique* : le tableau VIII-1 montre bien que la plupart des entreprises se concentrent dans la même région. De plus pour les trois entreprises se trouvant à quelques kilomètres (entreprise C, D et L) les unes par rapport aux autres, il n'y a pas de problèmes de transport ni de communication ;

- *La proximité institutionnelle* : elle est assez forte entre les différents acteurs du fait de leur appartenance au même club, à la même région, par leur participation à des actions pour la promotion et la valorisation du territoire. Ainsi, l'adhésion à des conventions sociales, et des normes comportementales a renforcé leur proximité institutionnelle ;

- *La proximité organisationnelle* : de part leur appartenance au club les entreprises acceptent qu'une structure commune gère et organise les échanges, renforçant ainsi leur proximité organisationnelle.

Ces quatre paramètres, bien qu'accessibles à l'observation restent cependant difficiles à objectiver et à quantifier.

Nous allons donc nous concentrer par la suite sur quatre autres paramètres contingents qui sont : la taille de l'entreprise, le degré d'internationalisation, la nature de la propriété, le degré de diversification.

- *La taille de l'entreprise* : nous allons classer les entreprises en deux catégories : les entreprises de plus de 20 employés et les entreprises de moins de 20 employés ;

- *Le degré d'internationalisation* : ce paramètre est obtenu en mesurant la part de chiffre d'affaires consacrée à l'export ;

- *La nature de la propriété* : est-ce que l'entreprise est familiale ou pas ? ;

- *Le degré de diversification* : ce paramètre est obtenu par la variété des activités ou familles de produits de l'entreprise.

Le tableau suivant récapitule les données obtenues sur ces quatre paramètres :

	Taille de l'entreprise	Degré d'internationalisation (%)	Nature de la propriété	Degré de diversification
Entreprise A	+	70	Non	5
Entreprise B	+	0	Oui	2
Entreprise C	-	0	Oui	3
Entreprise D	-	1,5	Non	3
Entreprise E	+	33,75	Non	2
Entreprise F	+	13	Non	2
Entreprise G	-	0	Oui	2
Entreprise H	+	5	Oui	2
Entreprise I	+	0	Oui	4
Entreprise J	+	23,75	Non	2
Entreprise K	+	0	Non	3
Entreprise L	-	0	Non	1

Tableau VIII-3 : données sur les paramètres contingents de l'échantillon d'étude

VIII.5. Similarité des compétences

Les 12 entreprises de l'échantillon d'étude mobilisent 18 compétences, C1 à C18, qui, dans la nomenclature du code ROME sont les suivantes :

	Dénomination
C1	Usinage par formage
C2	Usinage par enlèvement
C3	Montage assemblage mécanique
C4	Contrôle (Contrôleur en électricité et électronique…)
C5	Métallurgie (Pilote d'installation de production des métaux, …)
C6	Papier carton (Production des pâtes à papier et à carton, …)
C7	Pré-impression
C8	Impression
C9	Façonnage, transformation du papier carton
C10	Sciage, débit
C11	Fabrication industrielle (ameublement et bois)
C12	Etude, R&D -Mécanique et travail des métaux-
C13	Etude, R&D -Electricité et électronique-
C14	Mécanique et travail des métaux
C15	Installation d'équipements
C16	Entretien, maintenance autres matériels
C17	Presse, communication
C18	Professionnels de l'informatique

Tableau VIII-4 : Compétences mobilisées par l'échantillon d'étude

Le tableau d'évaluation des compétences est le suivant :

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
A	0	.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.95	0	1	0	0	0	0
B	.85	0	0	0	.85	0	0	0	0	0	0	0	0	.95	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	.95	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	.85	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E	0	0	0	.95	0	0	0	0	0	0	0	0	.95	0	0	0	0	0
F	.95	0	1	0	.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	.85	0	0	0	0	0	0	0
H	1	1	.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	1	.85	.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	.85	0	.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K	1	.75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	.85	0	0

Tableau VIII-5 : Evaluation des compétences des 12 entreprises de l'échantillon d'étude

Le calcul de distance entre les paires d'entreprises a permis d'obtenir le tableau de distances suivant :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	.73	1	1	1	1	1	.77	.8	1	.83	1
B	.73	0	1	1	1	.54	1	.76	.75	.75	.74	1
C	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
F	1	.54	1	1	1	0	1	.48	.42	.48	.38	1
G	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
H	.77	.76	1	1	1	.48	1	0	.08	.56	.13	1
I	.8	.75	1	1	1	.42	1	.08	0	.5	.05	1
J	1	.75	1	1	1	.48	1	.56	.5	0	.48	1
K	.83	.74	1	1	1	.48	1	.13	.05	.48	0	1
L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Tableau VIII-6 : Tableau de distances inter-entreprises en termes de compétences

L'application des méthodes d'analyse statistique des données (MDS+classification hiérarchique) donne les résultats suivants : la figure VIII-1 montre l'évolution du stress, la figure suivante donne une première idée sur le positionnement des 12 entreprises sur un plan à deux dimensions, la figure VIII-3 donne la classification hiérarchique à partir des distances obtenues dans un plan à 8 dimensions.

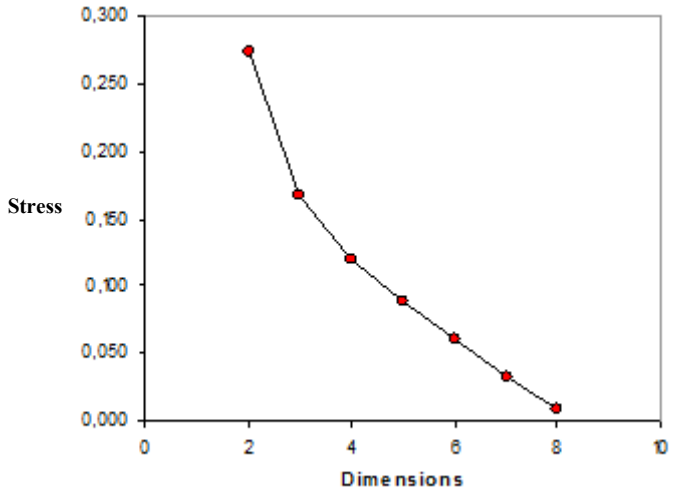


Figure VIII-1 : Evolution du stress

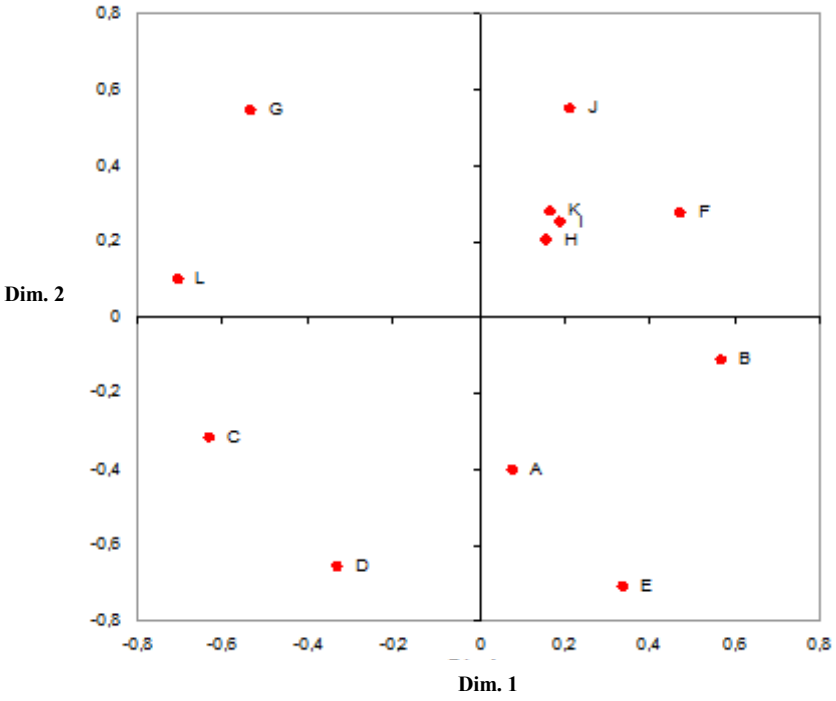


Figure VIII-2 : Positionnement dans un plan à deux dimensions

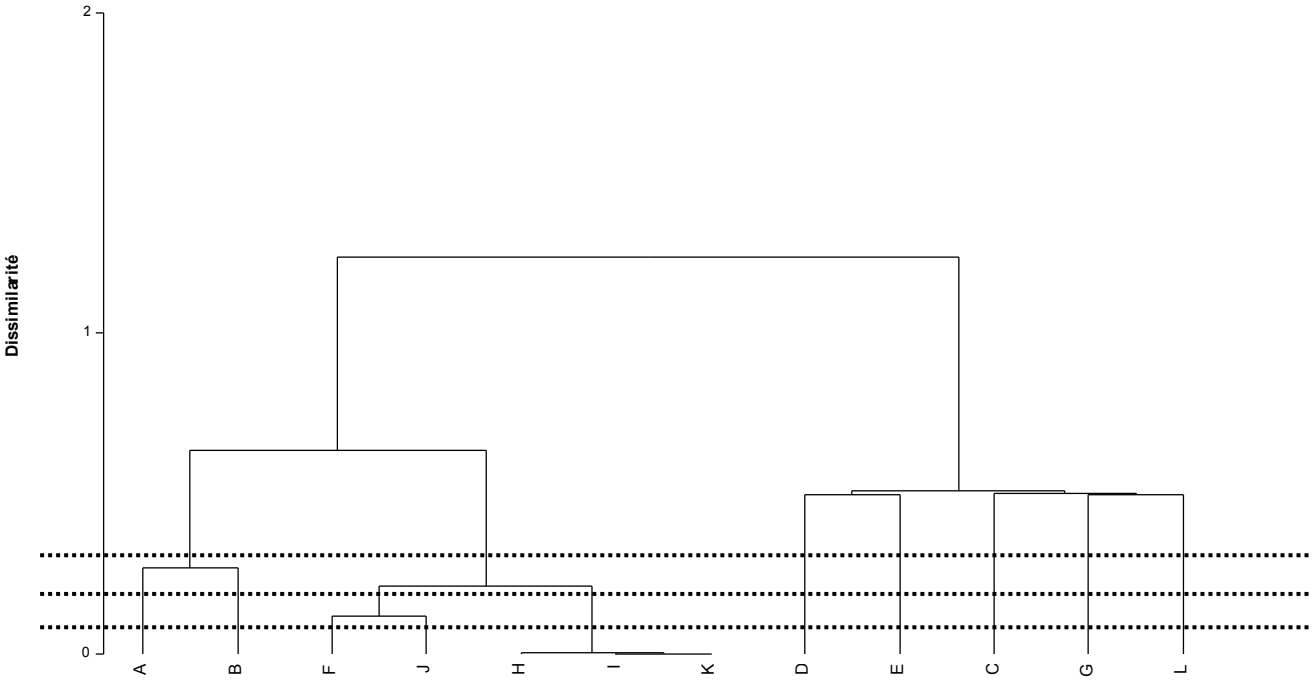


Figure VIII-3 : Classification hiérarchique

Les trois coupes horizontales sur le dendrogramme nous permettent d'obtenir les sous-groupes d'entreprises proches en termes de compétences avec des intensités faibles, moyennes et fortes.

1ère coupe (intensité forte) :

F_1 = {A} ; F_2 = {B} ; F_3 = {F} ; F_4 = {J} ; F_5 = {H, I, K} ; F_6 = {D} ; F_7 = {E} ; F_8 = {C} ; F_9 = {G} ; F_{10} = {L}.

2ème coupe (intensité moyenne) :

F_1 = {A} ; F_2 = {B} ; F_3 = {F, J } ; F_4 = {H, I, K} ; F_5 = {D} ; F_6 = {E} ; F_7 = {C} ; F_8 = {G} ; F_9 = {L}.

3ème coupe (intensité faible) :

F_1 = {A, B } ; F_2 = {F, J, H, I, K } ; F_3 = {D} ; F_4 = {E} ; F_5 = {C} ; F_6 = {G} ; F_7 = {L}.

VIII.6. Complémentarité des activités

La collecte de données concernant cette partie a été un peu plus compliquée que pour les deux parties précédentes. Nous avons donc procédé par recoupement entre les données primaires obtenues lors des deux rencontres, les données secondaires disponibles dans le descriptif des entreprises du club et les données disponibles sur les sites web des entreprises. Cependant il a été constaté qu'au sein du club peu d'entreprises étaient vraiment très complémentaires.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1	0	.4	.4	0	.8	.2	0	0	0	.6	0
B	0	1	0	0	0	0	0	.4	.5	0	0	0
C	.2	0	1	.2	0	0	0	.4	.4	0	0	0
D	.1	0	.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	.7
F	.6	0	0	0	0	1	0	0	.2	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
H	0	.3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
I	0	.5	0	0	0	.4	0	0	1	0	.2	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
K	.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
L	0	0	0	0	.7	0	0	0	0	0	0	1

Tableau VIII-7 : Matrice d'adjacence du graphe de complémentarité

La fermeture transitive de la matrice d'adjacence est obtenue après 4 itérations :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1	.4	.4	.4	0	.8	.2	.4	.4	0	.6	0
B	.6	1	.4	.4	0	.6	.2	.4	.5	0	.6	0
C	.4	.4	1	.4	0	.4	.2	.4	.4	0	.4	0
D	.4	.4	.6	1	0	.4	.2	.4	.4	0	.4	0
E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	.7
F	.6	.4	.4	.4	0	1	.2	.4	.4	0	.6	0
G	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
H	.3	.3	.3	.3	0	.3	.2	1	.3	0	.3	0
I	.5	.5	.4	.4	0	.5	.2	.4	1	0	.5	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
K	.6	.4	.4	.4	0	.6	.2	.4	.4	0	1	0
L	0	0	0	0	.7	0	0	0	0	0	0	1

Tableau VIII-8 : Fermeture transitive du graphe de complémentarité

Le partitionnement du graphe en utilisant l'algorithme proposé, et en prenant en compte deux intensités nous donne :

1ère coupe (intensité forte) :

G_1 = {A, F} ; G_2 = {B} ; G_3 = {C} ; G_4 = {D} ; G_5 = {E, L} ; G_6 = {G} ; G_7 = {H} ; G_8 = {I} ; G_9 = {J} ; G_{10} = {K}.

2ème coupe (intensité moyenne) :

G_1 = {A, B, F, K} ; G_2 = {C, D} ; G_3 = {E, L } ; G_4 = {G} ; G_5 = {H} ; G_6 = {I} ; G_7 = {J}.

VIII.7. Construction de la cartographie théorique

Le tableau suivant reprend les résultats obtenus concernant la similarité des compétences et la complémentarité des activités :

Similarité des compétences		Complémentarité des activités	
Moyenne	**Forte**	**Moyenne**	**Forte**
F_1 = {A} ; F_2 = {B} ; F_3 = {F, J } ; F_4 = {H, I, K} ; F_5 = {D} ; F_6 = {E} ; F_7 = {C} ; F_8 = {G} ; F_9 = {L}.	F_1 = {A} ; F_2 = {B} ; F_3 = {F} ; F_4 = {J} ; F_5 = {H, I, K} ; F_6 = {D} ; F_7 = {E} ; F_8 = {C} ; F_9 = {G} ; F_{10} = {L}.	G_1 = {A, B, F, K} ; G_2 = {C, D} ; G_3 = {E, L} ; G_4 = {G} ; G_5 = {H} ; G_6 = {I} ; G_7 = {J}.	G_1 = {A, F} ; G_2 = {B} ; G_3 = {C} ; G_4 = {D} ; G_5 = {E, L} ; G_6 = {G} ; G_7 = {H} ; G_8 = {I} ; G_9 = {J} ; G_{10} = {K}.

Tableau IX-9 : Complémentarité et similarité

La cartographie issue de ce tableau est la suivante :

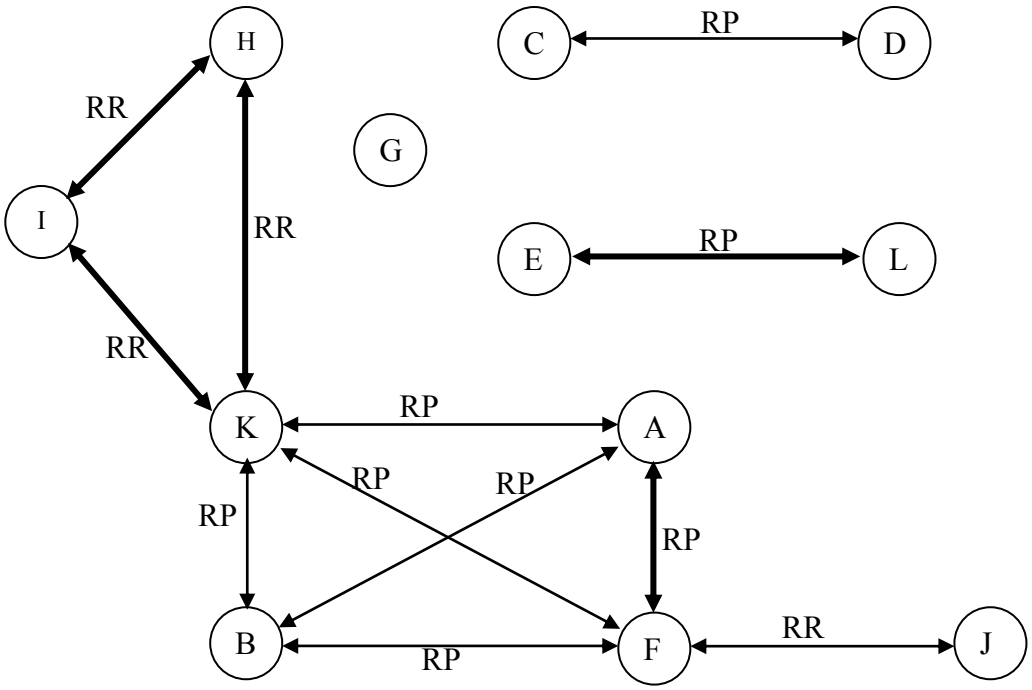


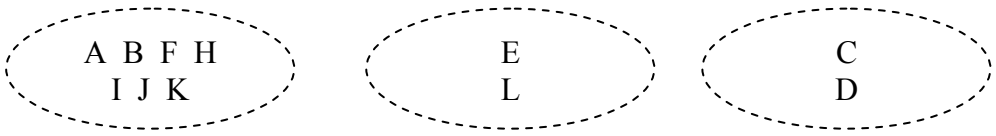
Figure VIII-4 : Cartographie des modes de coordination potentiels

La représentation matricielle donne :

$$CT = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- La densité des relations est assez faible (DL = 0.08). Cela s'explique par le fait que ces entreprises ont des métiers qui sont assez différents, mais aussi par le fait que les complémentarités ne sont pas très fortes dans l'échantillon des 12 entreprises. Cela signifie aussi que certaines relations sont orientées vers d'autres entreprises du club.

- La cartographie fait aussi ressortir trois groupes bien distincts :



- L'entreprise K a le score de centralité le plus élevé (SC_K = 0.45). Elle peut avoir donc un rôle important dans l'échantillon.

VIII.8. Cartographie des modes de coordination effectifs

La cartographie réelle du réseau est basée sur le type de coopération horizontale, verticale, et diagonale. Nous avons vu dans le chapitre VI la façon par laquelle cette cartographie réelle est obtenue (tableau VI-1).

A partir des données que l'on possède sur les produits et marchés de chaque entreprise, ainsi que sur la concurrence entre les 12 entreprises, nous reconstituons le tissu relationnel de

l'échantillon d'étude en se basant sur le tableau VIII-10. Cette cartographie nous renseigne sur les différentes coopérations existantes entre les entreprises, contrairement à la cartographie théorique (figure VIII-4) qui fait ressortir les potentialités de coopération.

	Coopérations et partenaires	**Les entreprises du même secteur**	**Les entreprises en compétition**
Entreprise A	B,C,J,F,K	K,B	-
Entreprise B	A,K	A	K
Entreprise C	A,D	-	-
Entreprise D	C	-	-
Entreprise E	L	-	-
Entreprise F	A	-	-
Entreprise G	-	-	-
Entreprise H	I,K	-	I,K
Entreprise I	H,K	-	K,H
Entreprise J	-	-	-
Entreprise K	B,H,I	-	H,I,B
Entreprise L	E	-	-

Tableau VIII-10 : Informations pour la construction de la cartographie réelle

A partir de ce tableau nous construisons une première représentation des types de coopération entre les 12 entreprises :

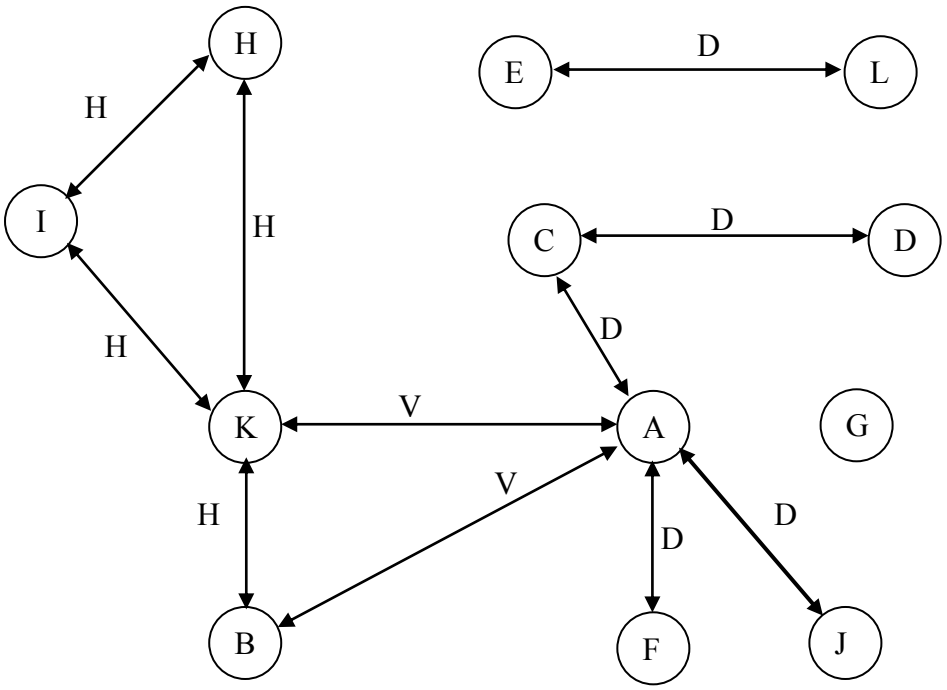


Figure VIII-5 : Une première représentation

La première représentation de la figure VIII-5 permet de construire la cartographie réelle :

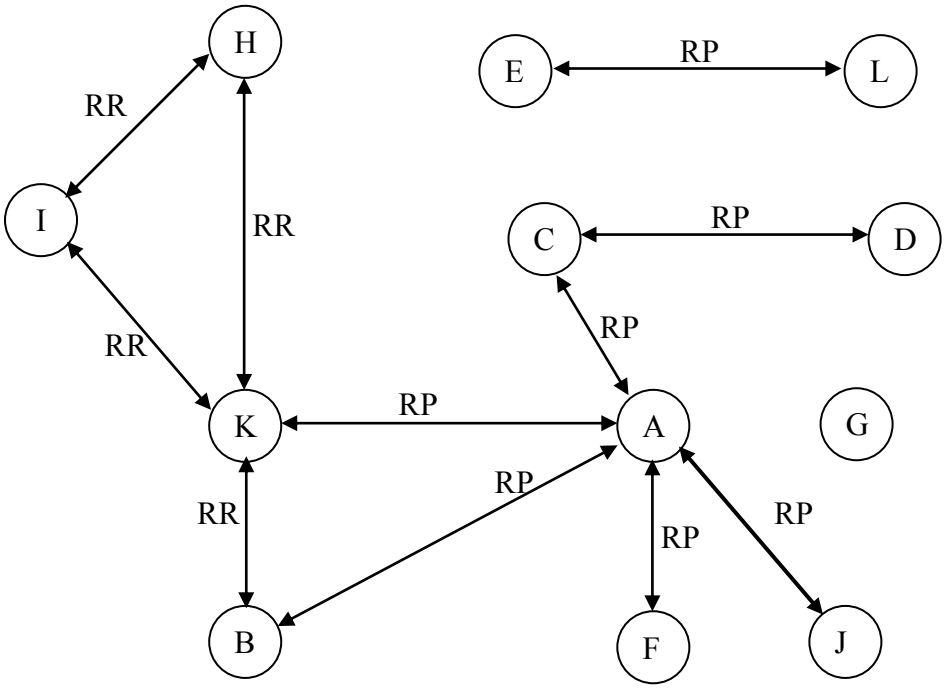


Figure VIII-6 : Cartographie des modes de coordination effectifs

La représentation matricielle de la cartographie réelle donne :

$$CR = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Le calcul de l'écart entre les deux cartographies est comme suit :

$$\delta = \frac{0.5+1+0.5+0.5+0.5}{C_2^{12}} = 0.045$$

La différence apparaît sur 5 liens. Cela signifie que les deux cartographies ne sont pas très différentes. Les différences existantes sont essentiellement des liens non exploités. La grosse différence est dans le lien entre les deux entreprises B et K : dans la cartographie théorique ce lien est en Réseau Proactif alors que dans la cartographie des modes de coordination effectifs il est en Réseau Réactif.

VIII.9. Analyse et discussion

La cartographie des modes coordination potentiels illustrée dans la figure VIII-4 donne une vision des potentialités de coopération entre les différentes entreprises de l'échantillon d'étude. Ainsi, elle représente un outil pour le club, qui lui permet de mieux cibler ses actions, d'avoir une vision d'ensemble des potentialités de coopération à exploiter entre les adhérents, mais aussi, de mieux organiser les groupes de réflexions et les actions collectives. Un élargissement de l'échantillon à tout le club ou au moins aux adhérents les plus impliqués, permettrait d'avoir une vision d'ensemble sur le tissu relationnel et les potentialités des relations inter-adhérents non exploitées. Le tissu des potentialités relationnelles ainsi reconstitué et représenté peut être analysé et étudié en fonction des objectifs recherchés. Ainsi par exemple les résultats peuvent être exploités pour la mise en évidence de l'existence de sous-groupes à cohésion forte au sein du club ou encore des acteurs qui ont les mêmes relations avec les autres membres du club, mais aussi identifier les entreprises les plus actives dans le club.

Cet outil peut ainsi aider les leaders du club, dans leurs actions de construction d'offres globales pour avoir une plus grande réactivité sur le marché et devancer les concurrents, et pour exploiter les complémentarités et les compétences de chacun pour mener des projets efficaces.

Il est clair que ce que nous avons présenté ici est un résultat partiel compte tenu de la non complétude des données recueillies. Aussi, cette méthodologie peut être développée, approfondie et enrichie. Nous verrons quelques points de développement dans le dernier chapitre sur les perspectives.

VIII.10. Conclusion

Ce chapitre représente un premier essai pratique de notre méthodologie. Nous nous sommes intéressés à l'aspect statique. C'était l'occasion d'utiliser les indicateurs proposés au chapitre V, sur la comparaison mathématique entre la cartographie des modes de coordination effectifs et la cartographie théorique. Le cas nous a ainsi permis d'utiliser notre démarche. Il faut cependant noter que de nombreuses autres instanciations de même type seront nécessaires avant de donner des conclusions fiables sur la pertinence du modèle activité-compétence que

nous avons mobilisé pour détecter des liens potentiels de coopération. Dans le chapitre suivant une application statique et dynamique sera donnée sur un réseau de quatre entreprises.

CHAPITRE IX

ETUDE PRATIQUE 2

Dans ce chapitre nous nous intéressons à un groupement de PME relativement petit, composé de quatre entreprises. L'étude de ce groupement est motivée par une volonté d'utilisation en situation réelle des approches statique et dynamique de notre analyse. Le choix du réseau Automatique Savoie est essentiellement basé sur trois aspects. Tout d'abord sa taille, quatre entreprises, ce qui permet de mieux observer et cerner les phénomènes d'évolution de la trajectoire organisationnelle du réseau. Ensuite le fait que les quatre entreprises soient assez complémentaires. Et enfin la proximité géographique entre les quatre entreprises du réseau. Ce chapitre a donc pour mission d'appliquer et de valider les différentes hypothèses mises en place dans les chapitres précédents.

Le réseau d'entreprises choisi cherche à atteindre un niveau de co-production qui lui permette de proposer à ses clients une offre globale pour avoir une longueur d'avance par rapport aux concurrents. Le réseau cherche à atteindre cet objectif tout en gardant, pour chaque entreprise, son indépendance et son identité. Aussi, chaque entreprise développe ses propres activités et produits.

Cependant, la co-production ne fonctionnait pas comme prévu. Le niveau de performance attendu par la co-production n'a jamais été atteint. La coopération dans le réseau a évolué vers une situation où chaque firme a délaissé le partenariat en travaillant souvent hors du réseau. Les décisions étaient prises de plus en plus indépendamment. Cette situation a complètement perturbé le fonctionnement du réseau. Les managers hésitaient de plus en plus à développer le partenariat et à s'impliquer de façon forte dans la coopération. Ces hésitations sont essentiellement dues à une peur d'un transfert de compétences ou de connaissances, mais aussi une peur de se retrouver dans une situation irréversible de fusion/acquisition non voulue. La méthodologie proposée permettra aux entreprises de mieux structurer la coopération et la prise de décisions. Elle permet de travailler ensemble graduellement et de manière efficace en prenant des décisions de changements internes dans le contexte d'une structure commune. Finalement, elle permet de construire une trajectoire organisationnelle afin d'éviter les risques organisationnels et structurels, et d'atteindre une co-production plus performante.

Le chapitre se présente de la manière suivante : nous commencerons par présenter le cas d'étude et ses caractéristiques ainsi que les différentes entreprises le composant. Ensuite nous expliquerons comment se sont déroulées les enquêtes. Dans une troisième partie nous présenterons les données récoltées et le traitement de ces informations (construction des cartographies). Finalement, nous construirons l'arbre de scénarios en fonction des décisions identifiées.

IX.1. Présentation du réseau Automatique Savoie et historique

L'alliance Automatique Savoie[30] est composée de quatre entreprises situées dans la vallée de l'Arve et spécialisées dans des métiers différents. Elles fabriquent des biens d'équipement industriels essentiellement (90% des activités) pour l'industrie de la métallurgie, le décolletage, la mécanique, l'industrie d'assemblage. Le reste de leurs activités concerne la plasturgie, les industries du bois et de l'agroalimentaire.

Le tableau IX-1 résume quelques caractéristiques et propriétés de ces quatre entreprises, que nous nommerons : Entreprise A, Entreprise B, Entreprise C, et Entreprise D.

	Effectif	Forme juridique	Localisation	C.A. en 2002	Propriété
Entreprise A	4	E.I.	Vallée de l'Arve	230 000	Familiale
Entreprise B	3	SARL	Vallée de l'Arve	168 252	3 associés
Entreprise C	1	E.I.	Vallée de l'Arve	83 771	Familiale
Entreprise D	3	SARL	Vallée de l'Arve	Non connus	Familiale

Tableau IX-1 : Caractéristiques des entreprises de Automatique Savoie

Les quatre entreprises travaillent dans les métiers suivants :

- Entreprise A : Electromécanique, Automatismes Industriels, Robotique ;
- Entreprise B : Transmission mécanique, Montage en mécanique ;
- Entreprise C : Etude et réalisation en chaudronnerie et métallerie ;
- Entreprise D : Outillages mécaniques, Création d'objets mécaniques.

Jusque là chaque entreprise travaillait indépendamment des autres, avec des réalisations communes ponctuelles. Les produits finis de chaque entreprise constituaient une ou des pièces qui venaient s'emboîter ou s'ajuster à des ensembles et systèmes plus complexes (machines outils) d'autres entreprises. Les donneurs d'ordres ou les clients des différentes entreprises faisaient appel à chacune des entreprises indépendamment, coordonnant eux-mêmes les actions et les activités avec tous les problèmes et les risques que cela pouvait comporter : mauvaise coordination, problèmes de délais et de planning, problèmes d'adaptation lors des installations, problèmes de compatibilité … entraînant des pertes financières non négligeables, des coûts élevés de coordination, et des baisses de performance.

Pour des raisons de simplification des installations et de réduction de risques d'incompatibilité les clients et donneurs d'ordres ont imposé aux fournisseurs de présenter une offre globale.

[30] Le nom "Automatique Savoie" a été choisi pour présenter anonymement un réseau qui existe réellement et dont sont extraites les données présentées ici.

Du coté des quatre entreprises, qui étaient bien positionnées en termes de qualité et de recherche de standardisation, naissait un souhait de plus en plus fort d'augmenter leur productivité et de développer et diversifier leur marché, avec une nécessité d'étendre leurs activités au-delà de la vallée de l'Arve en se positionnant à une échelle régionale voire nationale.

Une des quatre entreprises a pris l'initiative de chercher des partenaires avec lesquels elle pourrait construire une coopération qui apporterait une valeur ajoutée à ses activités, lui permettant d'atteindre ses objectifs de développement et diversification au niveau national.

Trois des quatre entreprises se connaissaient déjà pour avoir réalisé, de façon ponctuelle, des travaux complémentaires. La proximité géographique et la connaissance antérieure des autres dirigeants a facilité le rapprochement. C'est ainsi que se sont organisés les premiers contacts, d'abord individuels puis sous forme de rencontres entre les différentes entreprises. Ces rencontres ont permis, dans un premier temps, de mieux connaître les activités de chacune des entreprises, d'analyser les faiblesses et lacunes de chaque entreprise, de construire des objectifs communs. Dans un deuxième temps, les entreprises ont étudié les possibilités de collaboration, de coopération, et mise de en commun des moyens et ressources. Enfin elles ont mis en place les conditions de mise en œuvre.

Ces premiers rapprochements ont été concrétisés par l'embauche d'une personne pour piloter et construire le projet de mise en place de l'alliance Automatique Savoie. Et par la suite, a été créée une nouvelle société pour formaliser et pérenniser l'alliance. Ainsi les clients et fournisseurs n'auront qu'un seul interlocuteur, ce qui permet de gagner du temps et réduit les coûts de coordination.

IX.1.1. Motivations de la mise en groupement

Les motivations des quatre entreprises sont pratiquement les mêmes, avec plus au moins d'intensité et d'ambition, en fonction de la taille de l'entreprise. Ces motivations sont génériques à la majorité des projets de coopération entre PME de cette taille. Les motivations se résument dans les points suivants :

- Proposer une offre globale propre à chaque entreprise composée de ses propres produits et prestations de services auxquels s'ajoutent les produits et savoir-faire des autres partenaires ;

- Atteindre une taille qui leur permet de s'adresser à des donneurs d'ordre, clients, ou groupes industriels, qu'il était difficile d'atteindre individuellement ;

- Se doter de moyens financiers et commerciaux pour conquérir le marché régional et national ;

- Se doter d'une démarche qualité commune ;

- Gagner en productivité et augmenter le gain financier ;

- Réaliser des produits et services nouveaux par un transfert de compétences et de connaissances, et un apprentissage ;

- Diminuer les dépenses par un partage de ressources et des embauches en commun.

Chaque entreprise garde son indépendance et développe ses propres activités. Mais d'un autre coté, elle participe au comité directeur pour la prise de décisions stratégiques, et aux commissions techniques, commerciales, recherche, innovation et communication au sein de l'alliance Automatique Savoie.

IX.1.2. La stratégie adoptée par l'alliance

La coopération est construite sur la base d'une indépendance gardée par chaque partenaire grâce aux complémentarités entre les entreprises de l'alliance.

La stratégie adoptée par l'alliance est mise en avant par l'intermédiaire de deux aspects importants, premièrement chaque entreprise doit garder son indépendance et son identité, et deuxièmement elle doit marquer son appartenance au réseau. Cette stratégie collaborative donne une forte valeur ajoutée aux produits et services de chaque entreprise ainsi qu'une crédibilité vis à vis des clients et fournisseurs.

IX.1.3. Création d'une nouvelle activité

Deux priorités sont apparues comme essentielles et vitales à la survie de l'alliance : la recherche et développement, et la commercialisation. Une nouvelle activité a été donc créée dans ce sens, pour une meilleure standardisation des automatismes industriels. Cette activité concerne la robotique, le diagnostic de pannes, le convoyage et les automatismes industriels.

Les actions commerciales sont pilotées par la société nouvelle Automatique Savoie. Elles concernent les investissements relatifs au développement à long terme. Elles intègrent essentiellement la publicité, le télémarketing, les salons et études de marchés.

La recherche et développement concerne essentiellement le travail avec les écoles d'ingénieurs et les universités, la veille technologique, la mise en commun des différents services techniques et commerciaux, l'ordonnancement et le bureau d'étude.

IX.2. Les entretiens

L'enquête a été réalisée en mode face-à-face. Les interviews ont eu lieu sur le site de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne. Le répondeur était le pilote du projet du réseau Automatique Savoie. Cette façon de faire présente l'avantage de gain de temps en passant en revue toutes les entreprises du réseau en une seule fois, ce qui permet aussi des retours en arrière en cas de mal entendus, d'oublis, ou d'apparition de nouveaux éléments. De plus cette façon de faire fournit une certaine objectivité dans les réponses attendues pour certaines questions, qui peuvent être évitées ou embarrassantes pour un dirigeant d'une des entreprises du réseau.

Ces entretiens ont aussi permis d'enrichir notre point de vue et d'obtenir des informations qui ne figuraient pas forcément sur le questionnaire. De cette manière nous avons pu corriger les lacunes et manquements qui sont apparus dans le questionnaire lors de l'entretien.

L'entretien est décomposé, selon le questionnaire, en trois sections : la première section traite des renseignements généraux sur les entreprises incluant les paramètres contingents. La deuxième section s'intéresse aux activités et aux possibilités de leurs évolutions. La troisième et dernière section traite des compétences et de leurs évolutions possibles.

IX.3. Les données récoltées

Dans cette section nous présentons les données recueillies pour chacune des trois sections citées ci-dessus. Les données ne sont pas présentées dans leur état brut, mais elles ont subi déjà un premier traitement, une sorte de "Reporting".

IX.3.1. Section 1 : Renseignements sur l'entreprise

Cette section résume les informations générales concernant les quatre entreprises du réseau Automatique Savoie nommées A, B, C, ou D.

	Entreprise A	**Entreprise B**	**Entreprise C**	**Entreprise D**
Propriété	Familiale	3 associés	Familiale	Familiale
Nombre d'employés	4	3	1	3
Présence dans le réseau	21 mois	21 mois	21 mois	21 mois
Appartenance à un autre réseau	Non	Non	Non	Non
Les entreprises du même secteur	B, D	A, C, D	B	A, B
Les entreprises en compétition	Aucune	C	B	Aucune

Tableau IX-2 : Informations générales des entreprises de Automatique Savoie

Les contrats

Les relations entre les quatre entreprises ont été formalisées par des contrats de collaboration qui intègrent un accord de confidentialité et un contrat de liberté d'actions avec les clients de chaque entreprise. Les contrats positionnent l'entreprise A comme leader du réseau Automatique Savoie.

Les outils de communication

La communication entre les quatre entreprises se fait à travers les mails et forums de discussion. A un niveau plus opérationnel elles partagent un outil de CAO "SolidWorks" pour le dessin et la création de pièces mécaniques.

Connaissance antérieure

Les entreprises se connaissaient avant de se mettre en réseau à travers des coopérations ponctuelles exploitant leurs complémentarités. Ces rencontres ont contribué à faciliter et accélérer leur mise en réseau.

Fréquence des rencontres

La proximité géographique entre les quatre partenaires a fortement contribué à accentuer la fréquence des contacts programmés ou pas. Lorsque des problèmes

apparaissaient, les entreprises concernées n'hésitaient pas à faire déplacer des personnes pour régler les problèmes ensembles.

IX.3.2. Section 2 : Renseignements sur les compétences

Cette section résume les informations récoltées concernant les compétences des quatre entreprises du réseau Automatique Savoie. La codification des compétences et personnels cités dans cette section suit le référentiel ROME utilisé par l'ANPE.

Nous avons récolté les informations sur les compétences du réseau à trois moments différents de sa vie : il y a trois ans, aujourd'hui, et les prévisions dans trois ans. Suivant ces informations et la méthodologie de calcul de distance présentée dans l'annexe I nous allons calculer, pour chaque période, les distances inter-entreprises en termes de compétences dans le réseau Automatique Savoie. Ensuite on construit le tableau de distances inter-entreprises en termes de compétences. Enfin, on applique la paire AFTD suivie de la classification hiérarchique, pour isoler les entreprises proches en termes de compétences.

Rappelons que le codage des réponses pour la maîtrise des compétences (c.f. annexe I) est le suivant :

Expert = 1

Excellent niveau = 0.95

Bon niveau = 0.85

Niveau moyen= 0.75

IX.3.2.1. Similarité des compétences il y a trois ans

Le réseau Automatique Savoie mobilisait, il y a trois ans, trois personnels différents (des cadres commerciaux, des techniciens industriels, et des personnels de la distribution et vente) et six compétences qui sont : 1102, 1106, 1108, 1110, 1406, 1601, que l'on désignera respectivement par C1, C2, C3, C4, C5, C6. Le tableau IX-3 résume ces informations.

	Le personnel	**Les compétences**
Entreprise A	16 = Cadres commerciaux	1601 = Entreprises de production de biens et de services
	11 = Techniciens industriels	1108 = Industries de process
Entreprise B	11 = Techniciens industriels	1110 = Installation d'équipements
	14 = Personnel de la distribution et vente	1406 = Vente auprès des entreprises et/ou des collectivités
Entreprise C	11 = Techniciens industriels	1102 = Etude recherche, développement - Mécanique
Entreprise D	11 = Techniciens industriels	1102 = Etude recherche, développement - Mécanique 1106 = Mécanique et travail des métaux

Tableau IX-3 : Compétences mobilisées, il y a trois ans, par le réseau Automatique Savoie

Le tableau d'évaluation des compétences est le suivant :

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Entreprise A	1	0	0.95	0	0	0.85
Entreprise B	0	0	0	0.95	0.95	0
Entreprise D	0.95	0.95	0	0	0	0
Entreprise C	1	0	0	0	0	0

Tableau IX-4 : Compétences mobilisées, il y a trois ans, par le réseau Automatique Savoie

A titre d'exemple Le calcul de distance entre les entreprises D et C (elles ont une seule compétence commune) se fait de la manière suivante :

$d(D,C) = [|0.95-1| + |0.95-0| + |0-0| + |0-0| + |0-0| + |0-0|] / 2 = 0.5$

En procédant de la même manière pour chaque paire d'entreprises on obtient :

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	0	1	1	1
Entreprise B	1	0	1	1
Entreprise C	1	1	0	0.5
Entreprise D	1	1	0.5	0

Tableau IX-5: Distance inter-entreprise Il y a 3 ans dans le réseau Automatique Savoie

L'analyse de données (AFTD + classification hiérarchique) de ce tableau donne :

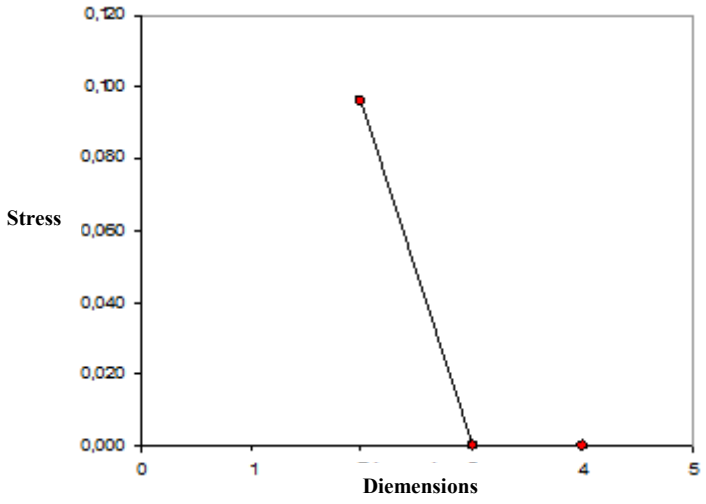


Figure IX-1 : Evolution du Stress "Il y a trois ans"

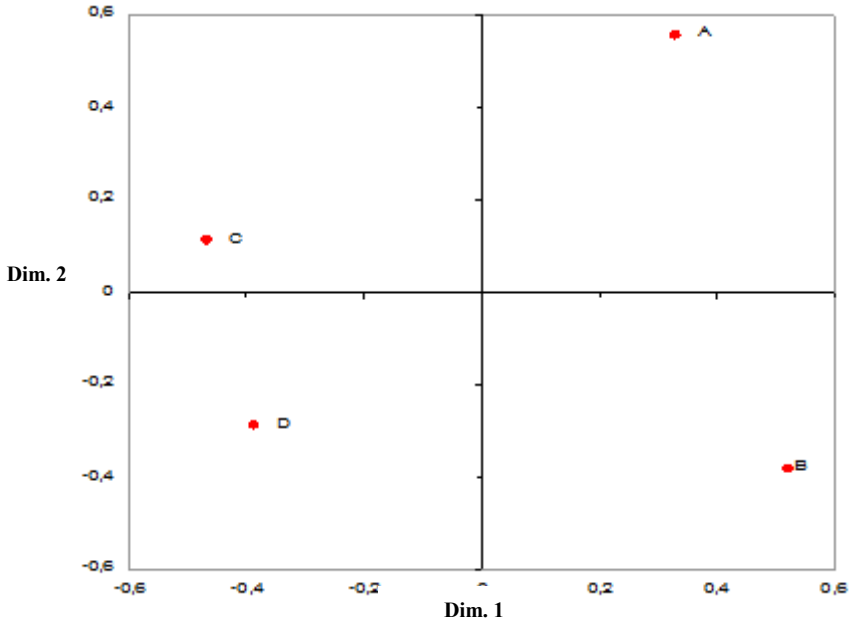


Figure IX-2 : Positionnement sur un plan à 2 dimensions "Il y a trois ans"

La figure IX-2 nous donne déjà une idée des sous-groupes d'entreprises qui sont proches en termes de compétences. Pour avoir des résultats plus précis nous appliquons une classification hiérarchique sur les distances obtenues pour une dimension où le stress et faible. En effet, la figure IX-1 nous permet de voir l'évolution du stress, et il est pratiquement nul pour une représentation sur 3 dimensions. La figure IX-3 représente la classification hiérarchique pour les données obtenues dans un espace à trois dimensions.

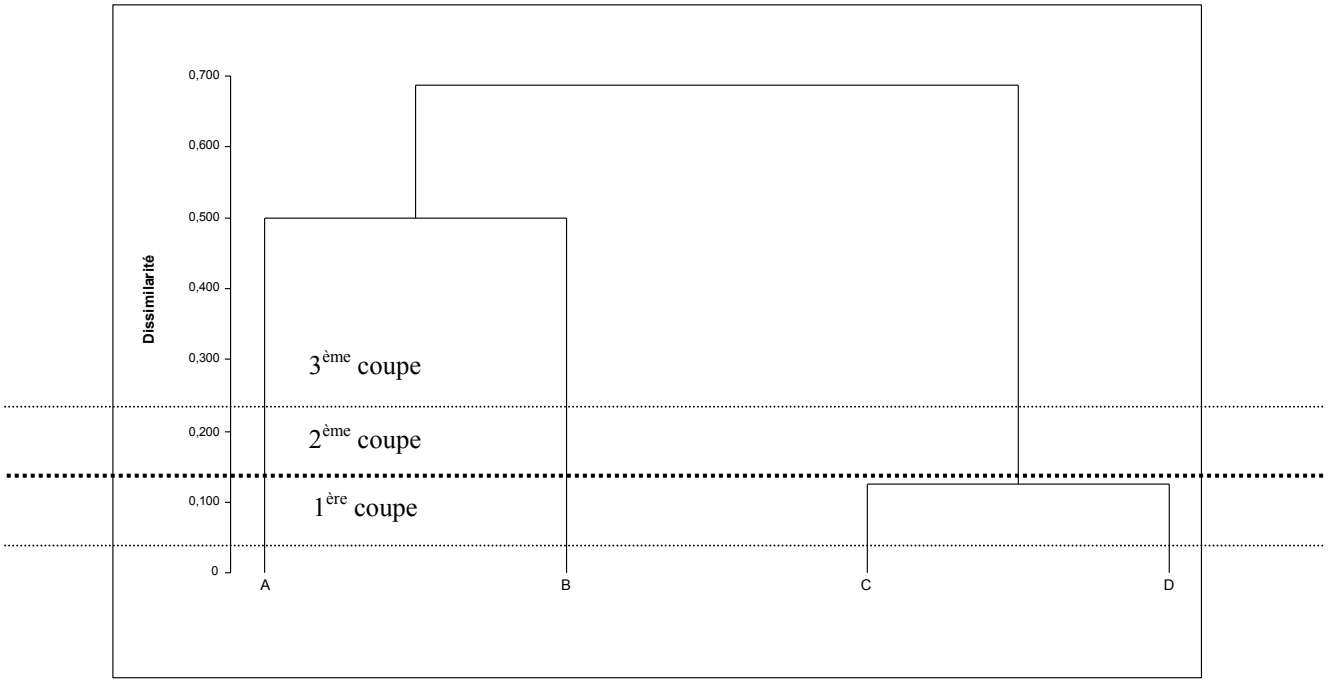


Figure IX-3 : Classification hiérarchique "Il y a trois ans"

Nous allons nous contenter d'une cartographie des modes de coordination sans les intensités. Cela signifie que nous n'allons prendre en compte qu'une seule coupe dans la figure IX-3. Nous n'allons ni trop contraindre les sous-groupes avec une coupe faible (1ère coupe) ni trop relâcher avec une coupe forte (3ème coupe). Nous prenons donc en compte la 2ème coupe avec une dissimilarité de 0,15 (figure IX-3). Nous obtenons 3 sous-groupes d'entreprises qui sont les suivants :

F_{1-} = {A} ;

F_{2-} = {B} ;

F_{3-} = {C,D}.

IX.3.2.2. Similarité des compétences aujourd'hui

Les données réelles recueillies ont montré que les variations en termes de compétences de la période il y a trois ans à aujourd'hui ne sont pas tellement significatives. Les résultats obtenus en termes de similarité des compétences sont les mêmes qu'il y a trois ans. Nous n'allons donc pas les présenter à nouveau.

IX.3.2.3. Similarité des compétences dans trois ans

Dans cette section le répondant donne sa vision sur les futures actions et décisions que les entreprises ont l'intention d'entreprendre en termes de compétences (développement, abondons, recentrage, …), cela permet de construire un nouveau tableau d'évaluation des compétences dans un horizon de 3 ans (tableau IX-6). Ces prévisions permettent donc de construire ensuite le tableau des distances inter-entreprises (tableau IX-7).
Le tableau suivant décrit les changements majeurs en termes de développement de nouvelles compétences pour chaque entreprise du réseau :

	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
Entreprise A	1	0	***1***	0	0	***1***
Entreprise B	0	0	0	***1***	***1***	0
Entreprise C	1	0	***1***	0	0	0
Entreprise D	0.95	0.95	0	0	0	0

Tableau IX-6 : Evaluation des compétences, dans 3 ans, pour le réseau Automatique Savoie

Le tableau IX-6 montre qu'il y a cinq changements concernant les compétences (cellules en gris). L'entreprise D ne change pas, elle garde les mêmes compétences avec le même degré de maîtrise. Cependant les entreprises A, B et C entreprendront des changements qui consistent en des développements des compétences existantes.

	Entreprise A	**Entreprise B**	**Entreprise C**	**Entreprise D**
Entreprise A	0	1	0.5	0.75
Entreprise B	1	0	1	1
Entreprise C	0.5	1	0	0.5
Entreprise D	0.75	1	0.5	0

Tableau IX-7 : Distance inter-entreprise aujourd'hui dans Automatique Savoie

L'analyse du tableau de distances inter-entreprises permet de voir que les deux entreprises A et C se rapprochent en termes de compétences.

Nous allons voir dans ce qui suit le volet concernant la complémentarité des activités.

IX.3.3. Section 3 : Renseignements sur les activités

Les informations récoltées sur la complémentarité des activités sont elles aussi étalées sur trois moments de la vie du réseau Automatique Savoie. Dans un premier temps les familles de produits de chaque entreprise sont répertoriées ainsi que leurs chiffres d'affaires (tableau IX-8). Ensuite les inter-influences entre ces activités sont détectées pour nous permettre de calculer le degré de complémentarité entre chaque paire d'entreprises.

Les activités principales de chaque entreprise, avec leur pourcentage de chiffres d'affaires sont résumées dans le tableau suivant :

	Nombre	Dénomination des activités	C.A.
Entreprise A	4	**A1** = Robot standards (Vision)	50%
		A2 = Electromécanique	30%
		A3 = Manipulateur et automatismes de control	10%
		A4 = Ligne de convoyage	10%
Entreprise B	3	**B1** = Négoce de pièces de rechange	65%
		B2 = Pose de pièces détachées	20%
		B3 = Assemblage de pièces vendues (convoyeur standard).	15%
Entreprise C	2	**C1** = Etude et réalisation (en tant que vendeur)	70%
		C2 = Etude pure (en tant que sous-traitant).	30%
Entreprise D	2	**D1** = Outillages mécaniques.	70%
		D2 = Création d'objets mécaniques (Préhenseurs)	30%

Tableau IX-8: Activités des entreprises du réseau Automatique Savoie

IX.3.3.1. Graphe de complémentarité "Il y a trois ans"

Pour construire le graphe de complémentarité il faut calculer le degré de complémentarité entre chaque paire d'entreprises. Pour cela nous avons besoins du chiffre d'affaires de chaque activité et des degrés d'influence entre activités. Nous donnons un exemple de calcul du degré de complémentarité entre les deux entreprises A et B. Le tableau des inter-influences entre activités est le suivant :

	A1 (50%)	A2 (30%)	A3 (10%)	A4 (10%)
B1 (65%)	1	1	1	1
B2 (20%)	0	0	0	0
B3 (15%)	1	1	1	1

*DC (B,A) = [1 * (0.15+0.65)*(0.5+0.3+0.1+0.1)] / 4 = 0.2*

Donc A est complémentaire de B avec un degré de 0.2

En calculant de la même façon tous les degrés de complémentarité on obtient la matrice d'adjacence du graphe de complémentarité est:

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	1	0.25	0.1	0.25
Entreprise B	0.2	1	0	0
Entreprise C	0.25	0	1	0
Entreprise D	0.25	0.35	0	1

Tableau IX-9: Matrice d'adjacence du graphe de complémentarité "il y a trois ans"

Fermeture transitive :

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	1	0.25	0.1	0.25
Entreprise B	0.2	1	0.1	0.2
Entreprise C	0.25	0.25	1	0,25
Entreprise D	0.25	0.35	0,1	1

Tableau IX-10: Fermeture transitive du graphe de complémentarité "Il y a trois ans"

Le degré de complémentarité total (DCT) est :

$$DCT = \frac{\sum poids\ du\ graphe}{C_n^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} A_{ij}}{C_n^2} \quad (i \neq j)$$

Avec A_{ij} représentant les éléments de la matrice d'adjacence de la fermeture transitive du graphe de complémentarité (tableau IX-9) ;

$$\text{DCT (-3 ans)} = \frac{2.55}{12} = 0.21$$

La décomposition de la fermeture transitive du graphe de complémentarité en utilisant l'algorithme proposé, donne la solution suivante (avec une perte I = 0.41) :

$G_{1-} = \{A, B, D\}$; $G_{2-} = \{C\}$

IX.3.3.2. Complémentarité des activités "Aujourd'hui"

La matrice d'adjacence du graphe de complémentarité aujourd'hui est la suivante :

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	1	0.25	0.25	0.25
Entreprise B	0.47	1	0	0
Entreprise C	0.25	0	1	0
Entreprise D	0.25	0.5	0	1

Tableau IX-11: Matrice d'adjacence du graphe de complémentarité "Aujourd'hui"

La fermeture transitive du graphe de complémentarité est obtenue après une itération :

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	1	0.25	0.25	0.25
Entreprise B	0.47	1	0.25	0.25
Entreprise C	0.25	0.25	1	0.25
Entreprise D	0.47	0.5	0.25	1

Tableau IX-12: Fermeture transitive du graphe de complémentarité "Aujourd'hui"

Le degré de complémentarité total (DCT) est :

$$DCT\ (aujourd'hui) = \frac{3.69}{12} = 0.31$$

La décomposition de la fermeture transitive du graphe de complémentarité en utilisant l'algorithme proposé donne :

$G_1 = \{A,B,D\}$; $G_2 = \{C\}$

Avec une perte d'information de I = 0.40.

Nous avons bien sûr appliqué les deux autres méthodes de partitionnement, exposées dans les chapitres précédents, à savoir la décomposition en composantes fortement connexes et le partitionnement de vecteurs. Nous avons remarqué que l'arc (la complémentarité) entre les deux entreprises D et B de degré 0.5 est éliminé par les deux premières méthodes contrairement à l'algorithme proposé qui garde ce degré de complémentarité tout en perdant un peu plus d'information mais sur des arcs de moindres importances.

IX.3.3.3. Complémentarité des activités "Dans trois ans"

L'enquête sur les prévisions et les futures orientations en termes de produits et d'inter-influences entre ces produits, révèle un accroissement de la complémentarité entre les entreprises mais qui n'est pas suffisant pour atteindre l'objectif de co-production.

Après calcul nous obtenons la matrice d'adjacence suivante :

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	1	0.25	0.25	0.25
Entreprise B	0.47	1	0	0
Entreprise C	0.5	0	1	0
Entreprise D	0.5	0.7	0	1

Tableau IX-13: Matrice d'adjacence du graphe de complémentarité "Dans trois ans"

La fermeture transitive donne :

	Entreprise A	Entreprise B	Entreprise C	Entreprise D
Entreprise A	1	0.25	0.25	0.25
Entreprise B	0.47	1	0.25	0.25
Entreprise C	0.5	0.25	1	0.25
Entreprise D	0.5	0.7	0.25	1

Tableau IX-14: Fermeture transitive du graphe de complémentarité "Dans trois ans"

Le degré de complémentarité total (DCT) est :

$$DCT\ (+3\ ans) = \frac{4.08}{12} = 0.34$$

La décomposition de la fermeture transitive du graphe de complémentarité en utilisant l'algorithme proposé donne la solution suivante :

Solution : $G_{1+} = \{A,B,D\}$; $G_{2+} = \{C\}$

Cette solution est obtenue avec un $I = 0.41$.

IX.4. Construction de l'arbre de scénarios

Nous nous intéressons ici à l'analyse de l'évolution des modes de coordination dans le réseau Automatique Savoie en utilisant un arbre de scénarios. Nous commençons par construire la cartographie du réseau à chacun des trois instants (il y a trois ans, aujourd'hui, et dans trois ans) en utilisant les résultats obtenus dans les sections précédentes. On construit ensuite la cartographie souhaitée. Dans le cas du réseau Automatique Savoie, elle doit refléter une structure de co-production entre les quatre entreprises. Cette cartographie représentera l'objectif à atteindre dans le cadre du développement de l'arbre de scénarios. On définit ensuite les décisions et actions de changement recommandées en termes de compétences et d'activité. Toutes les actions ne sont pas possibles. Seules les actions possibles et susceptibles de faire évoluer le réseau vers une cartographie reflétant la co-production sont représentées. Des risques peuvent apparaître au cours de l'évolution du réseau. Dans le cas des PME/PMI, le risque majeur est la fusion/acquisition non voulue, car le plus souvent les PME tiennent à garder leur indépendance. Ces risques peuvent être causés par la prise d'une bonne décision mais à un instant mal choisi. L'ordre des décisions est donc important.

IX.4.1. Cartographie du réseau "Il y a trois ans"

Similarité des compétences : $F_{1-} = \{A\}$; $F_{2-} = \{B\}$; $F_{3-} = \{C,D\}$.

Complémentarité des activités : $G_{1-} = \{A, B, D\}$; $G_{2-} = \{C\}$

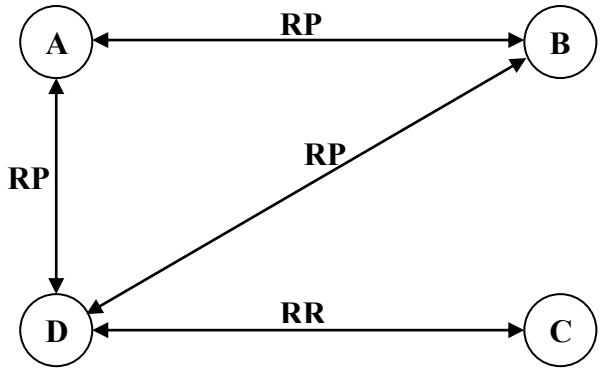


Figure IX-4 : Cartographie du réseau Automatique Savoie "Il y a trois ans"

IX.4.2. Cartographie du réseau "Aujourd'hui"

Les caractéristiques de complémentarité et de similarité restent pratiquement les mêmes entre les quatre entreprises, avec un renforcement des complémentarités existantes.

Similarité des compétences : $F_1 = \{B\}$; $F_2 = \{A\}$; $F_3 = \{D,C\}$.

Complémentarité des activités : $G_1 = \{A,B,D\}$; $G_2 = \{C\}$

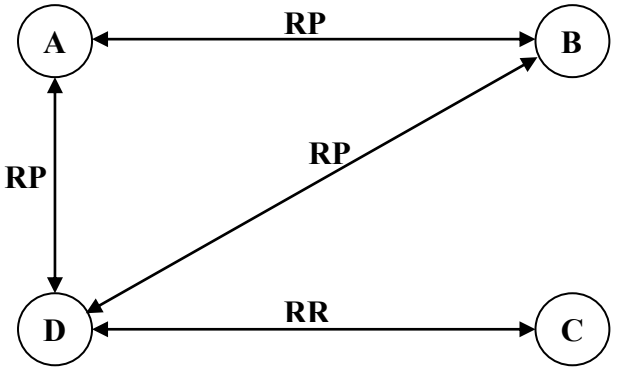


Figure IX-5 : Cartographie du réseau Automatique Savoie "Aujourd'hui"

IX.4.3. Cartographie du réseau "Dans trois ans"

La cartographie du réseau ne subit pas de grands changements qui permettent de dire que les décisions prévues sont pertinentes. Les principales décisions semblent avoir été prises sans prendre concrètement en compte les projets des partenaires.

Similarité des compétences : $F_{1+} = \{A,C\}$; $F_{2+} = \{B\}$; $F_{3+} = \{C,D\}$.

Complémentarité des activités : $G_{1+} = \{A, B, D\}$; $G_{2+} = \{C\}$

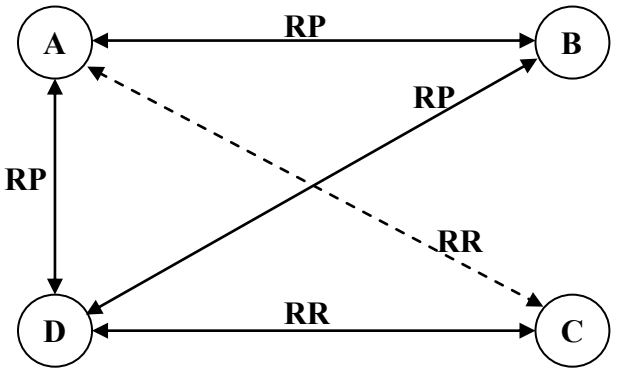


Figure IX-6 : Cartographie du réseau Automatique Savoie "Dans trois ans"

Nous allons à présent comparer cette cartographie avec la structure que le réseau devrait posséder pour atteindre pleinement ses objectifs de co-production.

IX.4.4. Cartographies représentant la co-production (Objectif)

Plusieurs cartographies peuvent refléter une situation de coproduction dans un réseau de PME. Une co-production signifie essentiellement une complémentarité entre les entreprises avec des métiers différents, ce qui ce traduit idéalement par des liens de type Réseau Proactif.

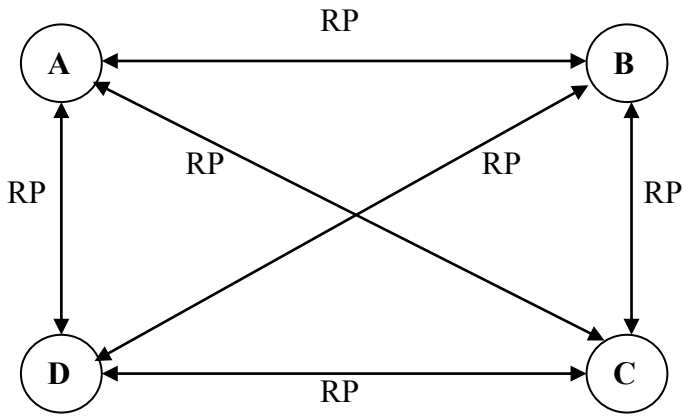


Figure IX-7 : Cartographie illustrant une situation de coproduction

IX.4.5. Cartographies représentant les risques

Les risques éventuels sont la fusion/acquisition ou du moins l'apparition d'un environnement favorable à une fusion ou une acquisition, c'est-à-dire des activités complémentaires faisant appel à des compétences similaires. Dans le cas du réseau Automatique Savoie, et en fonction de la situation initiale (cartographie aujourd'hui) et des actions recommandées les risques fusion peuvent apparaître surtout entre les deux entreprises D et C.

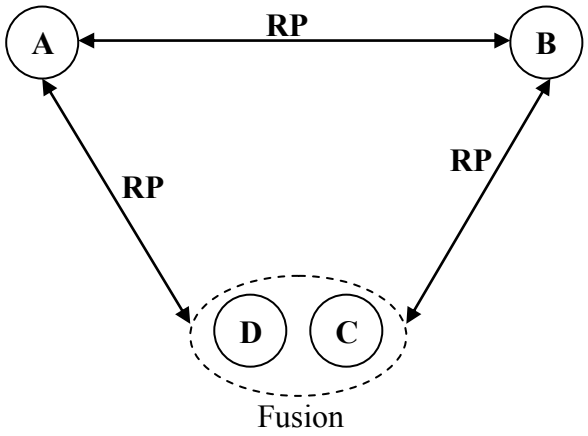


Figure IX-8 : Cartographie représentant un risque

IX.4.6. Identification des actions recommandées en termes de compétences et d'activités

A partir de son état initial représenté dans la figure IX-5, la cartographie organisationnelle du réseau Automatique Savoie évoluera en fonction des différentes actions qui seront entreprises par les entreprises en termes de compétences et de complémentarité des activités, sachant que l'objectif est la co-production, c'est-à-dire une forte complémentarité entre les quatre entreprises du réseau avec une évolution vers des métiers différents et spécifiques à chaque entreprises. Les actions recommandées sont définies en fonction de la situation de complémentarité et de similarité entre les entreprises aujourd'hui, de la possibilité de leur exécution par les firmes, et de leur influence sur l'évolution des modes de coordination vers une situation de co-production. C'est-à-dire qu'en termes de compétences, il faut des actions qui permettent un recentrage de chaque entreprise vers des métiers qui sont différents. Il faut aussi tenir compte du fait qu'une décision qui éloigne deux entreprises peut d'un autre coté les rapprocher d'autres entreprises. En termes de complémentarité, il faut définir des actions susceptibles de faire émerger de nouvelles complémentarités entre les entreprises notamment, dans le cas d'Automatique Savoie, pour l'entreprise C. Nous avons identifié quatre actions majeures probables, à l'issu des entretiens réalisés avec le pilote du projet :

- Action 1 : la complémentarité entre les entreprises C et A est développée au moins jusqu'à un degré de 0,8;
- Action 2 : la complémentarité entre les entreprises D et A est développée au moins jusqu'à un degré de 0,8;
- Action 3 : la complémentarité entre les entreprises D et B est développée au moins jusqu'à un degré de 0,8;
- Action 4 : la firme D abandonne la compétence C_1 pour se concentrer sur la compétence C_2.

Quatre actions, cela signifie que l'on peut avoir un maximum de 24 branches dans l'arbre de scénarios. Cette démarche permet de voir quel sera l'effet de ces actions mais aussi quelle est l'influence de l'ordre dans lequel elles seront prises. L'arbre de décisions est présenté dans la figure IX-9, dans laquelle on voit bien que certains enchaînements de décisions peuvent faire évoluer le réseau vers un risque, tandis que les mêmes décisions prises avec un ordre différent peuvent faire évoluer le réseau vers son objectif.

Plusieurs trajectoires organisationnelles sont donc possibles pour atteindre l'objectif. Cependant ces trajectoires peuvent avoir des coûts différents. Le choix d'une trajectoire peut s'appuyer sur des critères financiers mais aussi sur des critères de faisabilité des différents changements et décisions proposées.

L'arbre de scénarios de la figure IX-9 doit être utilisé comme un outil d'aide à la décision pour les managers, qui peuvent ainsi tester l'effet de différentes décisions sur les modes de coordination de leur entreprise, en prenant en compte les décisions de leurs partenaires.

Prenons par exemple dans le cas d'étude "Automatique Savoie" (figure IX-9) l'enchaînement des décisions (scénario) suivant : Action 4, Action 3, Action 1, Action 2. On doit commencer par recentrer les entreprises sur des métiers différents et plus particulièrement les deux entreprises C et D. Il faut ensuite développer des complémentarités entre les entreprises au travers des actions 1 à 3.

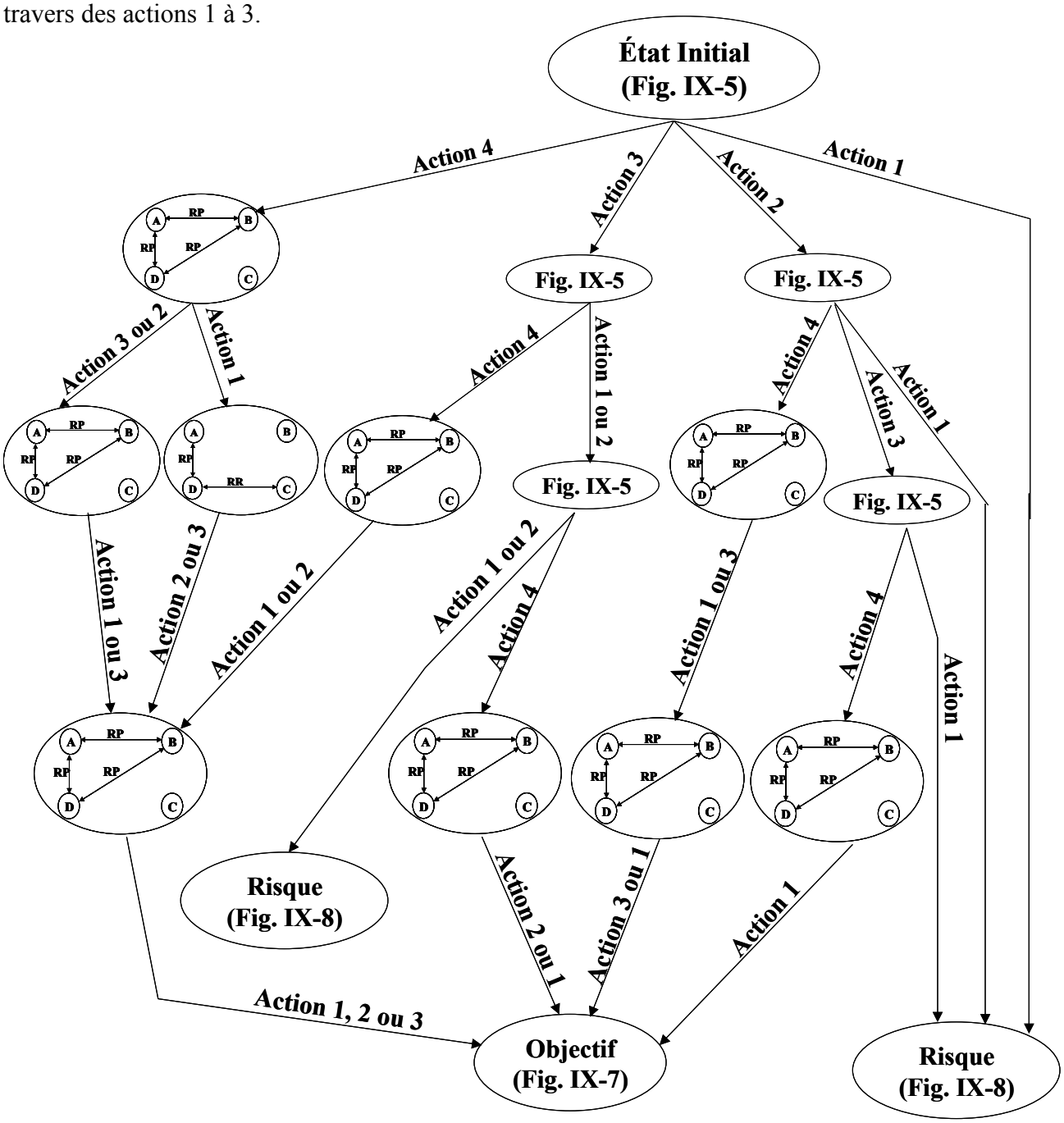


Figure IX-9 : Arbre de scénarios du réseau Automatique Savoie

Afin de simplifier le schéma nous avons introduit un *«ou»* quand deux ou plusieurs actions ont le même état initial et final. Une trajectoire ne peut pas contenir deux fois la même action. Un *«ou»* entre deux actions signifie donc que l'on peut appliquer une des deux actions à condition de ne pas répéter deux fois la même action sur une trajectoire.

IX.5. Conclusion

Cette deuxième étude pratique nous a permis de dérouler notre méthodologie de construction de la cartographie organisationnelle théorique et d'analyse de l'évolution des modes de coordination au sein du réseau d'entreprises "Automatique Savoie". Nous avons appliqué notre méthodologie d'analyse à un réseau de petite taille pour mieux observer le phénomène de trajectoire organisationnelle.

Les entreprises de notre cas d'étude avaient des difficultés pour travailler ensemble et construire un projet de co-production efficace. Les entreprises du réseau n'arrivaient pas à définir, de manière collective, une trajectoire efficace pour atteindre leurs objectifs et éviter des risques irréversibles. Les décisions étaient prises façon indépendante et sans consultation des autres partenaires du réseau. Les entreprises du réseau "Automatique Savoie" travaillaient dans un climat de méfiance, et de crainte de comportements opportunistes.

Après avoir analysé le réseau dans sa forme actuelle, nous avons construit sa cartographie organisationnelle reflétant les modes de coordinations existant entre les entreprises au moment de l'enquête. Cette cartographie nous a servi de point de départ pour la construction de l'arbre de décisions. L'enquête nous a permis d'identifier les mutations prévues aux travers des divers changements internes des entreprises en termes de compétences et d'activités. A partir de ces mutations prévues dans un horizon de trois ans au sein des entreprises nous avons établi la cartographie résultante (figure IX-6). Nous avons constaté qu'elle ne correspondait pas à la forme de co-production souhaitée (figure IX-7) par le réseau. Les risques éventuels ont été identifiés (figure IX-8).

Des décisions possibles ont été repérées pour permettre au réseau d'atteindre ses objectifs. Nous avons construit, à travers ces décisions possibles, un arbre de décisions (figure IX-9) reflétant plusieurs trajectoires et scénarios possibles pour atteindre les buts souhaités de co-production. Les décisions peuvent maintenant être construites suivant une trajectoire prédéterminée. L'arbre de scénarios de la figure IX-9 aide les managers à choisir une stratégie adaptée. Il permet ainsi de faciliter le travail collaboratif et la prise de décisions collective.

CHAPITRE X

PERSPECTIVES ET RETOUR SUR LE MODELE

Ce denier chapitre termine notre travail en présentant un exemple de l'influence que peuvent avoir les paramètres contingents sur la coopération, ouvrant ainsi des portes pour de futurs développements à travers les perspectives. Le présent chapitre est donc décomposé en deux sections. La première est une continuité de l'étude pratique du réseau Automatique Savoie présentée dans le chapitre précédent. Nous allons appliquer le calcul d'écart comme cela a été fait pour la première application (échantillon d'étude d'un club d'entreprises). Cependant cette fois ci, nous allons tenter d'expliquer les écarts aux travers de certains paramètres contingents qui ont joué un rôle dans ce réseau. Cette application permettra de mettre le doigt sur certains points qui demandent à être développés et approfondis aux travers d'applications et études de terrain plus larges. Ces points sont présentés dans la deuxième section qui est consacrée aux perspectives et futurs développements.

Section I : retour sur le modèle

Cette première partie reprend l'étude pratique du réseau Automatique Savoie présentée au chapitre IX. Nous allons nous intéresser à la reconstruction de la cartographie des modes de coordination effectifs du réseau que nous comparerons à la cartographie des modes de coordination potentiels construite précédemment. Cette comparaison nous permettra de montrer l'influence d'un ou plusieurs paramètres contingents sur les modes de coordination[31].

I.2. Application du cas d'étude "Automatique Savoie"

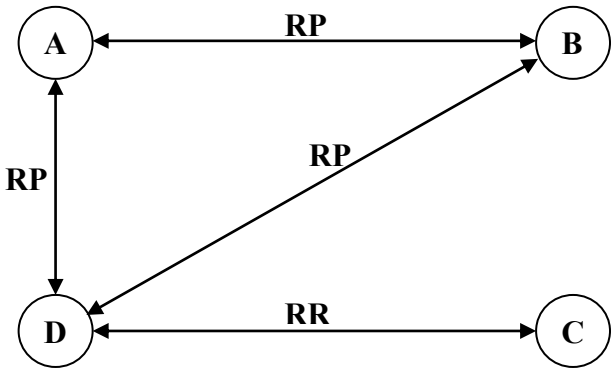
Nous rappelons que le réseau Automatique Savoie est composé de 4 PME intervenant essentiellement dans l'industrie de la métallurgie, du décolletage, et de la mécanique. Le tableau suivant récapitule les données récoltées et dont nous avons besoin dans cette section :

	Entreprise A	**Entreprise B**	**Entreprise C**	**Entreprise D**
Propriété	Familiale	3 associés	Familiale	Familiale
Forme Juridique	E.I.	SARL	E.I.	SARL
Nombre d'employés	4	3	1	3
Présence dans le réseau	21 mois	21 mois	21 mois	21 mois
Appartenance à un autre réseau	Non	Non	Non	Non
Coopérations et partenaires	D, B	A, D	Aucune	A, B
Les entreprises du même secteur	B, D	A, C, D	B	A, B
Les entreprises en compétition	Aucune	C	B	Aucune

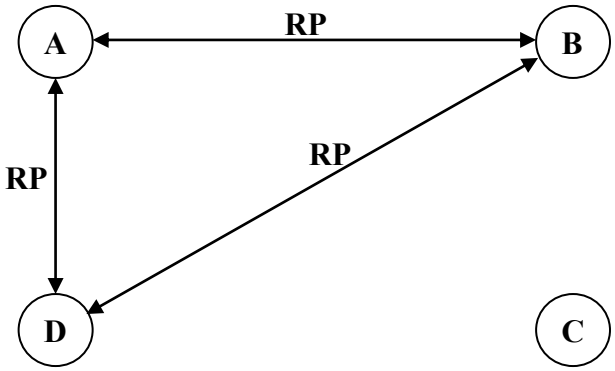
Tableau X-1 : Renseignements sur le réseau Automatique Savoie

La cartographie des modes de coordination potentiels issue de l'analyse de la similarité des compétences et de la complémentarité des activités entre les quatre entreprises a été construite dans le chapitre IX. La cartographie des modes de coordination effectifs est construite à partir de données du tableau ci-dessus. La figure suivante illustre les deux cartographies :

[31] Lors du chapitre VIII consacré l'étude pratique d'un échantillon de 12 PME d'un club d'entreprises nous n'avons pas exploité les paramètres contingents pour expliquer les écarts car les données relatives à ces paramètres n'étaient pas primaires.



Cartographie des modes de coordination potentiels



Cartographie des modes de coordination effectifs

Figure X-1 : Cartographies du réseau Automatique Savoie

L'écart entre les deux cartographies est visible à partir de cette figure. La distance est :

$$\delta = \frac{0.5}{C_2^4} = 0.083$$

Cette distance est assez faible, ce qui est normal, car une grande distance signifierait qu'on est trop loin de la réalité et qu'il y a problème dans le calcul ou la collecte de données. Ainsi donc, une différence existe, il va falloir détecter cette différence, l'expliquer et si possible la corriger.

Ici, dans la cartographie théorique, les deux entreprises D et C sont liées par une relation de type Réseau Réactif, alors que dans la cartographie réelle il n y a pas de lien entre ces deux firmes.

Notre hypothèse est qu'ici cet écart peut être expliqué principalement à travers deux paramètres contingents qui sont : la taille de l'entreprise et la nature de la propriété (entreprise familiale ou non). La taille de l'entreprise C (1 personne) fait qu'elle est très réticente à engager des ressources pour développer des coopérations durables, et stables. Elle se contente essentiellement d'échanges ponctuels et de collaborations brèves, pour lesquels elle n'engage durablement que peu de moyens. De plus, le caractère familial des deux entreprises C et D a pu aussi jouer un rôle dans cette non exploitation de la potentialité de coopération, en les rendant encore plus résistantes à construire des coopérations durables en particulier quand il s'agit de coopérations horizontales (Réseau Réactif).

Un autre aspect qui aurait joué un rôle dans le fait que les deux entreprises D et C n'aient pas construit de relations durables malgré leur caractère complémentaire, est la transitivité de la concurrence. En effet, souvent une entreprise hésite ou refuse de construire une coopération avec une autre entreprise pour la simple raison que celle-ci coopère avec un de ses concurrents. Dans le cas du réseau "Automatique Savoie" cette configuration de transitivité de la concurrence se présente entre les entreprises B, C et D. Les deux entreprises B et D coopèrent dans une logique de Réseau Proactif. C et B sont des entreprises concurrentes. Donc, l'entreprise C aurait des réticences à coopérer durablement avec l'entreprise D.

La transitivité de la concurrence joue un rôle important dans l'instauration d'un climat de méfiance. Une entreprise est souvent hésitante à divulguer des informations à un partenaire de peur que ce dernier ne les divulgue volontairement ou involontairement à un concurrent. La multiplication de ce phénomène dans un réseau risque d'avoir un effet négatif sur la stabilité du réseau.

Section II: Perspectives

Dans cette partie nous présentons quelques points de développements futurs. Le travail présenté le long de cette thèse a ouvert un certain nombre de pistes à explorer, et développé des points qu'il reste à enrichir. Les perspectives sont interdisciplinaires, par exemple le développement de certains paramètres contingents dans le cadre de notre méthodologie relève des sciences humaines et sociales, d'autres relèvent du management et des sciences de gestion. L'enrichissement de la modélisation quant à lui relève du génie industriel.

II.1. Diagnostics et recommandations

L'idée est ici d'utiliser notre cartographie des modes de coordination préférentiels pour guider la prise de décision et recommander des solutions productiques compatibles avec la situation future du réseau. Ces recommandations concernent différents éléments influant la performance du réseau tel que les systèmes d'information, les outils de chaîne logistique, les tableaux de bord, la planification et le contrôle, la structure organisationnelle, l'implantation du flux physique, la structure des produits, les méthodes de gestion, le mode de gouvernance, le niveau de prise de risque, etc. (Chan et *al.* 2003). Une connexion entre ces éléments et la cartographie permettrait de fournir des recommandations qui aideront à rendre la structure et le fonctionnement du réseau plus performant. Nous donnons ici un exemple qui concerne les systèmes d'information. Nous avons connecté notre typologie des modes de coordination à une typologie de systèmes d'information.

Exemple de mise en relation avec une typologie de systèmes d'information

Dans le cadre d'une démarche de diagnostic, nous donnons un exemple de mise en relation de la cartographie organisationnelle d'un réseau avec une typologie de systèmes d'information (Benali et *al* 2004). En effet, le choix d'un système d'information dépend fortement du mode de coordination prévu entre les différentes entreprises qui l'utilisent. La connaissance préalable des modes de coordination au sein du réseau et leur évolution dans le temps nous permet d'orienter le choix d'un système d'information et de communication inter-organisationnel.

Nous allons pour cela utiliser la typologie proposée par (Boughzala 2001), que nous couplons avec la typologie de réseau. Dans les travaux de Boughzala sont définies trois formes de systèmes d'information en fonction du niveau de profondeur de la coopération et de l'intégration des entreprises :

- SI de communication : il permet de faciliter les dialogues (l'interaction communicative) entre entreprises ;
- SI de coordination : il permet de faciliter la coordination entre les entreprises en s'appuyant sur des concepts de rôles, règles, routes, ressources, etc. ;
- SI orienté résolution collective de problèmes (RCP) : il permet de faciliter la collaboration entre des entreprises travaillant sur des tâches communes afin d'atteindre un objectif commun.

Nous proposons par exemple le couplage suivant entre la typologie de système d'information et les modes de coordination :

Mode de coordination	**Niveau de profondeur de la coopération**	**Forme du SI**	**Outils (technologies)**
Réseau Réactif (RR)	Communication	SI de communication	Mailing, Forum de discussion, EDI, visioconf.,
Réseau Proactif (RP)	Coordination	SI de coordination	Agenda électronique, Workflow, etc.
Réseau Proactif (RP) ou Firme	Résolution Collective de Problème	SI orienté RCP	App. partagées, Design Rational, GDSS, ESI, etc.

Tableau X-2 : Typologie systèmes d'informations

La liste des outils informatiques présentée ici n'est bien sûr pas exhaustive. Cependant, ce tableau couplé avec une cartographie organisationnelle d'un réseau d'entreprises pourrait permettre par exemple de préconiser des types de systèmes d'information et de communication à mettre en place, en fonction des évolutions probables du réseau.

Nous pouvions aussi imaginer de faire une connexion avec les travaux de (Frayret et *al.* 2003, D'Amours et *al.* 1999) sur les outils collaboratifs, pour fournir des recommandations en termes d'outils collaboratifs et de partage d'information.

Les champs restent donc ouverts et des connexions plus approfondies et plus riches avec des typologies de systèmes d'information mais aussi avec les autres éléments peuvent être développées.

Des connexions peuvent ainsi être construites à partir d'autres travaux ou bien par un approfondissement de notre travail, avec les autres paramètres ayant une influence sur la performance des réseaux.

II.2. Paramètres contingents

Les paramètres contingents donnent un champ large en perspectives, essentiellement dans leur intégration dans le modèle, mais aussi dans leur estimation ou évaluation et leur degré d'intervention. L'influence de ces paramètres a déjà été démontrée et observée dans un nombre important de travaux (voire chapitre II). Une question qui reste est de savoir à quel niveau ils interviennent, dans quels types de coopération ils influent et à quel degré. Est-il possible de corriger ou d'atténuer leur influence ? Il peut donc être intéressant de voir s'il est possible de les intégrer en tant que paramètres décisionnels au lieu de seuls paramètres explicatifs.

II.3. Analyse dynamique

Nous avons vu, lors du chapitre concernant l'analyse dynamique, l'évolution d'une cartographie à travers un arbre de scénarios. Cette modélisation de la dynamique de la coopération peut être développée en intégrant plusieurs autres facteurs et paramètres. Parmi ces paramètres nous pouvons trouver par exemple :

Les coûts de décisions et actions à prendre. En effet, intégrer des coûts sur les lignes de décisions permettrait de mieux orienter le choix de décisions. Ces coûts peuvent se manifester sous formes financières, stratégiques, sociales, etc.

Introduire des probabilités d'occurrences pour les branches de l'arbre. Ainsi chaque scénario aura une probabilité d'occurrence. Il faudra trouver comment identifier ces probabilités et comment les introduire.

Introduire l'influence des paramètres contingents à tous les niveaux de l'évolution et éventuellement voir s'il était possible d'agir sur ces paramètres pour influer la trajectoire organisationnelle du réseau.

Analyser le rôle que pourrait jouer le phénomène de l'apprentissage et le transfert de savoir-faire entre les entreprises sur l'évolution des coopérations.

Conclusion

Toute méthodologie a besoin d'être enrichie et développée. Cette procédure de remise en cause et d'amélioration ne s'arrête pas. Au travers de ce chapitre nous avons justement vu quelques points de développements par lesquelles notre méthodologie d'analyse peut s'enrichir et ainsi améliorer sa pertinence.

La partie consacrée au retour sur le modèle a montré comment peut se présenter l'influence des paramètres contingents. Dans le cas du réseau Automatique Savoie, notre hypothèse est

que la taille et la nature de la propriété des entreprises ont joué un rôle important dans le décalage entre les deux cartographies. Aller plus loin relèvera des sciences humaines et sociales ou du management. Néanmoins, il serait intéressant d'effectuer un certain nombre d'application pour détecter et isoler l'influence de ces paramètres qui n'est sans doute pas systématique et donc pas évidente à formaliser.

CONCLUSION

GENERALE

Cette thèse s'est intéressée à la coopération inter-entreprises au sein des organisations, avec une focalisation sur les groupements de PME. Elle a analysée deux aspects de la coopération : l'aspect statique et l'aspect dynamique.

L'objectif principal de l'analyse statique était de prolonger les travaux des projets de recherches GRECOPME I et II et des travaux de thèse de (Peillon 2001). Dans ce cadre nous avons construit une base mathématique pour formaliser les différents concepts mis en évidence par ces travaux. Le réseau d'entreprises a été modélisé par une cartographie organisationnelle faisant apparaître, entre chaque paire d'entreprises, le type et l'intensité de la relation de coopération.

Partant du constat que deux entreprises peuvent se coordonner à travers quatre mécanismes de coordination : le Marché (mécanisme de prix), la Firme (direction hiérarchique au sein d'une même firme), le Réseau Réactif, et le Réseau Proactif, deux paramètres clés ont été utilisés pour orienter le choix du mode de coordination. Ces deux paramètres sont la similarité des compétences et la complémentarité des activités. Ainsi, dans le chapitre II nous avons explicité la méthode d'analyse des groupements d'entreprises par l'utilisation de ces deux paramètres. Nous avons aussi présenté un certain nombre de paramètres contingents qui peuvent avoir un effet de frein ou d'accélération sur la coopération indépendamment de la similarité des compétences et de la complémentarité des activités.

Le concept de complémentarité des activités a été analysé dans le chapitre III. Nous avons proposé une modélisation du concept de complémentarité par le biais de la théorie des graphes. Ce modèle permet d'identifier les sous-groupes d'entreprises complémentaires dans un réseau donné, par des algorithmes de partitionnement de graphe.

Le concept de similarité des compétences a été traité dans le chapitre IV. Nous avons utilisé les travaux de (Boucher et *al.* 2003) pour modéliser les compétences par des notions de sous-ensembles flous. Une méthodologie d'analyse de la similarité des compétences dans un réseau d'entreprises a été proposée. Elle mobilise des concepts d'analyse de données et de calcul de distances. Elle permet de détecter les sous-groupes d'entreprises proches en termes de compétences.

Dans le chapitre V nous avons développé une méthodologie de modélisation des réseaux d'entreprises. La question était de représenter un groupement d'entreprises en faisant apparaître les modes de coordination entre les entreprises en fonction de la similarité de leurs compétences et la complémentarité de leurs activités. Le réseau est représenté par ce que nous avons appelé une "cartographie organisationnelle". Cette cartographie théorique fait ressortir les modes de coordination privilégiés entre les entreprises d'un même groupement. Elle permet de présenter de façon schématique la physionomie potentielle du réseau par rapport aux seules caractéristiques structurelles des partenaires. Une telle représentation est un réel outil pour l'analyse et le diagnostic d'un réseau : cette aide à la décision permet aux entreprises de voir leur situation préférentielle et de la comparer à leur position réelle dans le réseau et ainsi de détecter des liens potentiels et des relations non exploitées et non fructifiées. A partir de cette cartographie il a été possible d'extraire des renseignements et informations pouvant être utilisées par divers acteurs internes ou externes au réseau. Cette représentation a été complétée par une représentation matricielle qui s'est avérée très utile dans le cas des réseaux de grande taille. En effet, une matrice facilite l'utilisation d'algorithmes de recherche et permet une meilleure exploitation mathématique.

Il est clair que la cartographie organisationnelle théorique obtenue n'est pas parfaite. Trois aspects peuvent être la cause de ces imperfections. Le premier est le fait que nous ne nous sommes concentrés que sur deux paramètres pour le choix d'un mode de coordination. Bien que les compétences et les activités soient des paramètres clés, il n'en reste pas moins que les paramètres contingents peuvent avoir un rôle important sur la coopération. Leur utilisation dans notre travail a été explicative. Il aurait été possible d'intégrer certains de ces paramètres au même niveau que la paire compétences/activités, cependant plus il y a de paramètres plus un modèle est complexe à manier, à maîtriser et à exploiter. Le deuxième aspect provient de la méthodologie mathématique. L'algorithme de partitionnement du graphe de complémentarité, l'analyse AFTD (analyse factorielle des tableaux de distances) et la classification hiérarchique nous ont permis d'atteindre nos objectifs au prix d'une perte d'informations. Elle peut se révéler désavantageuse dans le cas où l'information perdue représente un lien potentiel important dans la cartographie. Elle peut aussi se révéler avantageuse dans le cas où les différentes méthodes utilisées éliminent l'information inutile et certains biais dus au recueil de données. Ces méthodes jouent ainsi le rôle d'un filtre préservant l'information utile. Le troisième aspect concerne la récolte de données. Des informations biaisées peuvent provenir de l'enquête, provoquées par une mauvaise compréhension ou interprétation des questions, ou bien d'une volonté de ne pas divulguer des informations de la part des répondants. Pour atténuer les imperfections provenant de la récolte de données, nous avons construit le questionnaire de manière à obtenir plusieurs informations pour la construction d'une donnée. Il a aussi été décidé de procéder à des enquêtes en face-à-face.

Une fois la cartographie théorique obtenue, il fallait la comparer à la situation réelle du réseau. Dans le chapitre VI nous avons présenté une méthode pour reconstituer le tissu relationnel d'un réseau que nous avons appelé cartographie réelle. Cette dernière était représentée de la même manière et par les mêmes éléments que la cartographie théorique. Ainsi, nous avons pu comparer la théorie et le réel par le biais d'une distance inter-cartographies que nous avons définie. Nous avons remarqué qu'une partie des écarts obtenus était due aux différentes imperfections de la construction de la cartographie théorique citées plus haut. L'autre partie provient du fait que la cartographie théorique détecte les coopérations potentielles qui ne sont pas forcément exploitées dans la réalité.

L'objectif de l'analyse dynamique, présentée dans le chapitre VII, était d'apporter une contribution sur cet aspect de la coopération qui est encore peu exploité. Le champ de la dynamique des coopérations est à la recherche de méthodes et d'outils d'analyse. Nous nous sommes posé des questions sur la possibilité de déterminer les facteurs de bifurcation qui amènent, à un moment de son cycle de vie, un réseau à choisir un chemin plutôt qu'un autre, et aussi sur la possibilité de prédire de telles situations. Et dans ce cas, comment fournir au réseau une aide lui permettant de choisir la bonne direction ou du moins celle qui lui évitera de se retrouver dans une situation non souhaitée ?

L'évolution d'une cartographie a été décrite à travers des trajectoires organisationnelles. A partir d'un état initial la cartographie peut évoluer suivant différentes trajectoires possibles en fonction de l'évolution des activités et des compétences des entreprises du réseau. Ainsi, en fonction des décisions qui peuvent être prises en termes de compétences et d'activités au sein d'un réseau, ce dernier passe d'un état à un autre. Concrètement, quand une firme procède à des changements internes cela affecte sa position dans le réseau en termes de modes de coordination avec ses partenaires.

La démarche proposée a été modélisée par un arbre de scénarios incluant les objectifs à atteindre, les risques à éviter, et les trajectoires recommandées pour atteindre ces objectifs. Cet arbre représente un outil d'aide à la décision pour les managers. Il permet d'offrir une réelle structure dans laquelle plusieurs choix peuvent être mis en évidence et d'avoir une vision des résultats possibles.

Plusieurs questions restent bien sûr posées : l'influence que peuvent avoir les paramètres contingents sur les trajectoires, les effets des comportements d'opportunisme et de free riding, la complexité de l'arbre, etc.

Il est évident qu'à ce stade de développement la méthodologie proposée nécessite d'être enrichie. Nous ne prétendons pas avoir construit un outil complet et parfait, cependant, nous pouvons dire que c'est un cadre d'analyse général à partir duquel il serait possible de construire des outils plus riches et plus développés.

Nous avons accompagné ce travail par une application pratique. Un questionnaire a été construit dans ce sens (annexe 2). Nous avons accordé une importance particulière à sa construction, car il est au cœur de notre méthodologie. Nous avons procédé à deux études pratiques présentées respectivement dans les chapitres VIII et IX. Le premier cas d'étude est un échantillon de 12 PME appartenant à un club d'entreprises. Ce réseau de taille plus grande que le deuxième cas d'étude a permis d'appliquer la méthodologie de construction de la cartographie des modes de coordination potentiels (théorique) et la cartographie des modes de coordination effectifs (réelle). Dans la deuxième application nous nous sommes focalisés sur l'analyse dynamique d'un réseau de quatre PME. Cette application nous a permis de tester la méthodologie de construction d'une cartographie théorique, et de dérouler la démarche dynamique basée sur l'arbre de scénarios. Il a aussi été possible de comparer la théorie et la réalité pour donner des orientations quant aux explications des écarts. Ces deux études pratiques ont permis de dégager quelques pistes possibles d'approfondissement, que nous avons explicitées dans le dernier chapitre.

Les outils proposés à travers la démarche globale n'ambitionnent pas de régler les problèmes et les conflits rencontrés par un réseau dans son évolution, mais ils présentent une aide à la décision pour les managers. Ils permettent de guider leurs choix et leurs décisions, et ainsi construire une stratégie cohérente, qui prenne en compte leur position dans un réseau et la stratégie de leurs partenaires.

Plusieurs limites ou critiques peuvent être soulignées concernant cette thèse :

- d'un point de vue empirique les études pratiques effectuées restent insuffisantes. Il est donc difficile de tirer des conclusions définitives quant à la validité de nos hypothèses, en particulier sur l'aspect modélisation. Plusieurs études sont encore nécessaires pour enrichir la méthodologie d'analyse et valider la démarche ;

- la taille des réseaux reste une limite à l'application de la méthode. Plus un réseau contient d'entreprises plus il sera difficile d'appliquer notre méthodologie. Il serait donc intéressant de voir comment réagirait le modèle à des réseaux de grande taille à travers des applications pratiques ;

- La troisième critique concerne le nombre restreint de paramètres de commande utilisés. Il serait possible d'intégrer les paramètres contingents dans le modèle après une étude approfondie de chaque paramètre et de son implication dans le choix du mode de coordination entre deux entreprises. Le modèle doit donc également intégrer des paramètres environnementaux ;

- De plus, dans le cadre de l'analyse dynamique, l'environnement économique peut influencer l'évolution de la coopération indépendamment de la complémentarité des activités et de la similarité des compétences ;

- Enfin, les différents comportements d'opportunisme, de free riding ou de transfert de compétences non voulu que peut avoir une entreprise lors de l'évolution du réseau ont un rôle également important à jouer sur l'architecture du réseau.

Le schéma suivant résume la méthodologie en 7 étapes :

La première étape est la collecte de données sur le réseau étudié. Ces données sont respectivement analysées et traitées dans les chapitres III, IV et VI.

La deuxième étape est la détection des sous-groupes complémentaires et des sous-groupes d'entreprises similaires. Le chapitre V utilise ces sous-groupes pour le choix des modes de coordination.

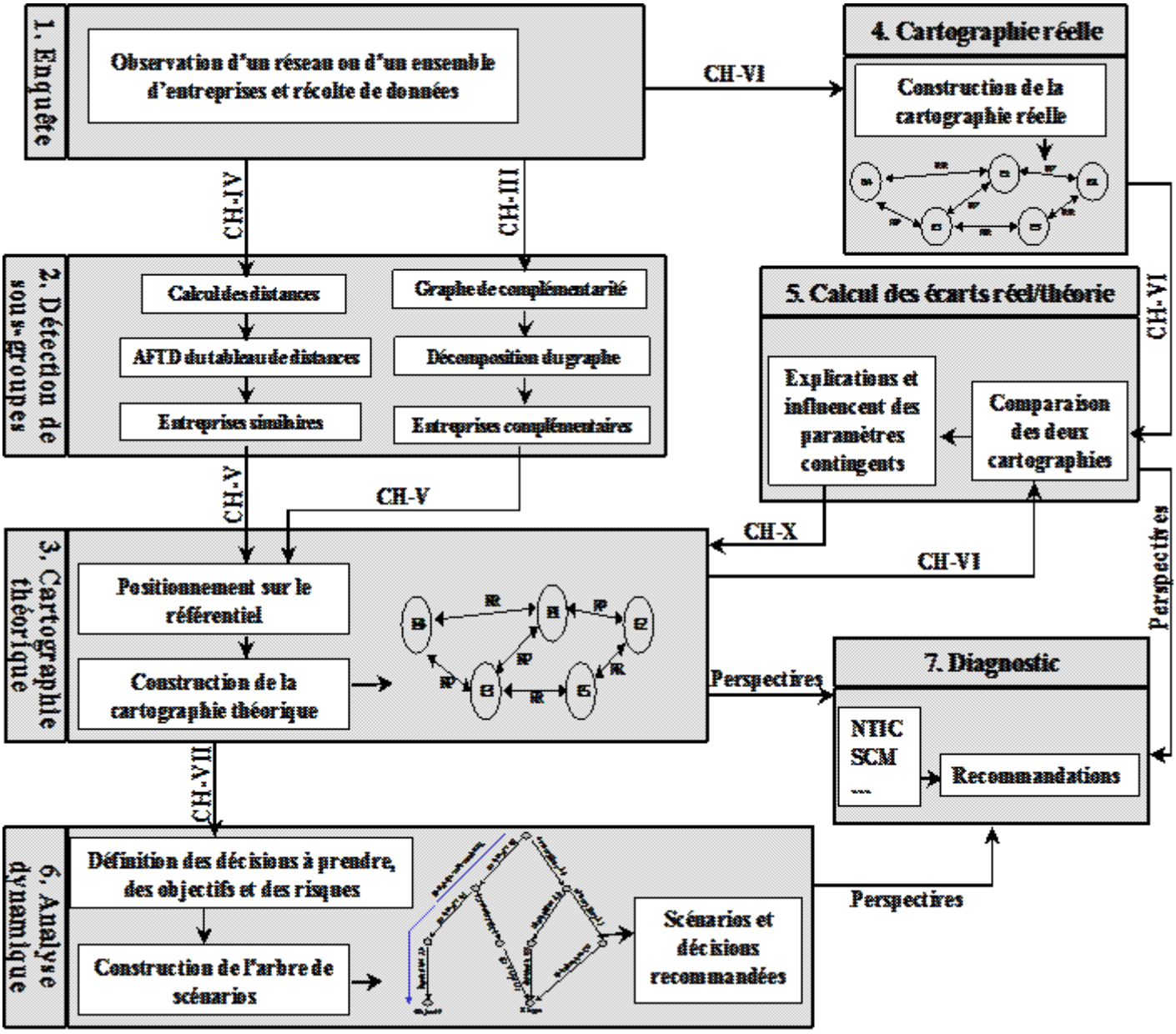
La troisième étape est la construction de la cartographie théorique.

La quatrième étape est la construction de la cartographie réelle. Les données obtenues lors de la première étape sont utilisées par le chapitre VI pour construire la cartographie des modes de coordination effectifs (réelle).

La cinquième étape compare les cartographies théoriques et réelles obtenues respectivement lors de la troisième et quatrième étape. Le calcul des écarts est fait via le chapitre VI. Cette étape permet de faire un retour sur le modèle comme cela était expliqué dans le chapitre X.

La sixième étape est l'analyse dynamique et la construction de l'arbre de scénario. Elle utilise comme point de départ les résultats obtenus lors de la troisième étape en appliquant la démarche du chapitre VII.

La septième et dernière étape est une étape de diagnostic. Elle regroupe les résultats des étapes 3, 5 et 6 pour fournir des recommandations en termes d'élément influant la performance du réseau. Cette étape est inscrite dans le cadre des perspectives ouvertes par notre travail.


1. Enquête
Observation d'un réseau ou d'un ensemble d'entreprises et récolte de données
CH-VI
4. Cartographie réelle
Construction de la cartographie réelle
CH-IV
CH-III
2. Détection de sous-groupes
Calcul des distances
AFTD du tableau de distances
Entreprises similaires
Graphe de complémentarité
Décomposition du graphe
Entreprises complémentaires
5. Calcul des écarts réel/théorie
Explications et influencent des paramètres contingents
Comparaison des deux cartographies
CH-VI
CH-V
CH-V
CH-X
CH-VI
3. Cartographie théorique
Positionnement sur le référentiel
Construction de la cartographie théorique
Perspectives
7. Diagnostic
NTIC
SCM
...
Recommandations
Perspectives
CH-VII
6. Analyse dynamique
Définition des décisions à prendre, des objectifs et des risques
Construction de l'arbre de scénarios
Scénarios et décisions recommandées
Perspectives

ANNEXES

ANNEXE I

CONSTRUCTION DU QUESTIONNAIRE POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Les hypothèses posées tout au long des chapitres de cette thèse doivent faire l'objet de validations aux travers d'observations sur le terrain. Tout travail théorique doit passer par une étude pratique pour valider, corriger et enrichir les hypothèses de départ. Nous avons procédé, dans les chapitres VIII et IX, à deux études pratiques. La première, effectuée sur un réseau de 12 entreprises, a pour but de tester sur le plan opérationnel la partie statique de notre méthodologie (chapitres II, III, IV, V, et VI). La deuxième, effectuée sur un réseau de quatre entreprises, sert à valider les hypothèses concernant la partie dynamique (chapitre VII).

Une étude de terrain est composée de quatre grandes étapes : la préparation (construction du questionnaire, choix des méthodes …), le recueil, le traitement, et l'analyse des données. Ici ont s'intéresse essentiellement à la manière par laquelle nous avons construit et codé le questionnaire, qui nous permettra d'interroger directement les entreprises. Le recueil de l'information représente l'étape d'utilisation du questionnaire sur le terrain. Le traitement, et l'analyse des données récoltées sont présentés dans les chapitres VIII, IX et X à travers des études de cas pratiques.

La construction du questionnaire s'appuie sur trois aspects cruciaux. Premièrement le contenu du questionnaire : expressions et présentation claires, lisible et compréhensible par un industriel. Deuxièmement le codage des réponses. Et finalement le pré-test : vérifier la fiabilité du codage et la compréhension des questions.

L'élaboration du questionnaire a mobilisé un temps important. Dans cette annexe, nous développons les différentes étapes de la construction, et expliquons les nombreux choix pris à un moment ou à un autre du développement. Nous ne développerons pas les techniques de construction d'un questionnaire (Grangé et *al.* 1994, Fenneteau 2002), mais plutôt, les étapes de construction de notre questionnaire.

I.1. Mode d'administration du questionnaire

Il existe cinq modes principaux d'utilisation d'un questionnaire ou de relevé d'informations de base :

- Le mode externe ou observateur : Le questionnaire est rempli directement par l'enquêteur ;
- Le mode face à face : Les interviews donnent lieu à un "colloque singulier" enquêteur-enquêté;
- Le mode téléphonique ;
- Le mode postal (e-mail) : Le moins onéreux, le plus incertain en ce qui concerne les taux de retour, l'attitude et la compréhension du questionnaire ;
- Le mode télématique par mise sur réseau du questionnaire : la mise en réseau peut représenter une des alternatives qui peuvent faciliter la transmission du questionnaire. Cette méthode permet au répondeur de se connecter directement sur un site Internet et répondre aux questions en lignes, on peut même y rajouter de l'aide et des commentaires pour aider le répondeur à comprendre les questions.

Le mode en face à face est celui qui est le plus adapté à notre démarche. Ce mode d'administration permet d'avoir un retour le plus précis possible. Il donne souvent accès à des informations qui ne sont pas contenues dans le questionnaire, aux travers des conversations, et qui peuvent se révéler précieuses lors de l'analyse.

Cette méthode demande un peu plus de temps que les autres, car elle nécessite la présence du sondeur. Cette présence fait souvent courir un risque d'implication très élevé. Pour palier ces inconvénients, la taille des deux réseaux étudiés n'est pas grande, et l'enquête est toujours menée par au minimum deux personnes.

I.2. Contenu et forme du questionnaire

Le contenu du questionnaire est indissociable du contenu de l'enquête et de la discipline concernée. Il existe des règles, des principes et des techniques qui résultent d'observations et d'expérimentations nombreuses effectuées au cours des dernières années (Grangé et *al.* 1994, Fenneteau 2002). Il doit cependant respecter quelques règles générales : clarté, lisibilité, facilité de manipulation. Le mode de l'enquête est sans aucun doute un paramètre fondamental dans la conception d'un questionnaire, tant pour la forme que pour le contenu.

I.2.1. Informations à collecter

Cette étape est importante dans la construction d'un questionnaire. Elle permet de prédéfinir la forme et le contenu du questionnaire. Dans notre problématique nous avons découpé les informations dont nous avons besoin en trois groupes :

1er groupe : données générales

Cette partie concerne des informations générales sur l'entreprise, mais surtout les données nécessaires à l'évaluation des paramètres contingents, et la construction de la cartographie des modes de coordination effectifs du réseau (chapitre I et VI). Ces données sont inspirées du schéma de la figure II-3 sur la classification des paramètres contingents. Elles permettent d'établir une "fiche signalétique" de l'entreprise. Nous donnons, dans le tableau qui suit, les informations dont nous avons besoin dans cette partie :

Paramètre contingent	Paramètre d'évaluation	Donnée requise
Nature de la propriété	Nature de la propriété	Familiale ou non
Degré d'internationalisation	Degré d'internationalisation	La part export du chiffre d'affaires total (en %)
Taille de l'entreprise	Taille de l'entreprise	Nombre d'employés
Capacité organisationnelle	Partage de ressources	Oui ou Non
	Divisionalisation	Oui ou Non
	Décentralisation	Oui ou Non
Connaissance passée	Connaissance passée	Temps d'existence dans le réseau
		Connaissance avant la mise en réseau
Fréquence de rencontre	Fréquence de rencontre	Hebdomadaire, mensuelle, ou trimestrielle
Engagement financier	Engagement financier	Faible, moyen, fort, très fort
Proximité géographique	Proximité informationnelle	Outils de communication utilisés
	Distance	Adresses
Proximité organisationnelle	Règles communes	Oui ou Non
	Structure communes	Oui ou Non
Proximité culturelle	Technique de prise de décisions	Oui ou Non
	Problèmes de communication	Oui ou Non
	Système de valeur	Oui ou Non

Tableau AI-1 : Données requises dans la première partie du questionnaire

Concernant les informations nécessaires à la construction de la cartographie réelle du réseau nous avons besoin des données suivantes :

- Les entreprises qui sont en coopération durable ;
- Les entreprises qui sont concurrentes ;
- Les entreprises qui sont dans le même secteur de marché.

Parmi les éventuels objectifs nous avons besoin de connaître les intentions de fusion si elles existent au sein du réseau.

2ème groupe : données sur les activités et leurs inter-influences

Cette partie permet de récolter les informations nécessaires au déroulement de notre méthodologie d'analyse de la complémentarité des activités présentée dans le chapitre III. Les données à récolter sont les suivantes :

- Les principales familles de produits. Et pour chacune de ces familles de produits :
  - Son chiffre d'affaires ;
  - Les entreprises ayant une influence sur ce produit, ainsi que le degré de cette influence.

Ces données sont récoltées à trois moments de la vie du réseau : Il y a trois ans, aujourd'hui, et dans trois ans.

3ème groupe : données sur les compétences

Cette partie permet de recueillir les informations nécessaires au déroulement de notre méthodologie d'analyse de la similarité des compétences présentée dans le chapitre IV. Pour cette partie nous nous sommes appuyés sur un dictionnaire de compétences inspiré du code ROME utilisé par l'ANPE. (Répertoire Opérationnel des Métiers et de l'Emploi). Le répertoire ROME présente en effet l'avantage de fournir un standard à l'échelle nationale, et de décrire les compétences de manière agrégée. Les données à récolter sont les suivantes :

- Les compétences clés de l'entreprise ;
- Le degré de maîtrise de chaque compétence clé.

Ces données sont récoltées à trois moments de la vie du réseau : Il y a trois ans, aujourd'hui, dans trois ans.

I.2.2. Forme et contenu du questionnaire

La forme du questionnaire est inspirée directement des données à récolter. Après avoir catégorisé les informations à récolter en trois groupes, nous avons divisé le questionnaire en trois parties (annexe II). Chaque partie correspond à un groupe de données. Le questionnaire contiendra essentiellement des questions fermées, pour diriger le répondeur, et les données collectées alimenteront les algorithmes de calcul développés dans les chapitres suivants. Nous verrons dans la partie suivante sur le codage comment les questions seront choisies.

I.3. Codage

Le codage fait la liaison entre le questionnaire et les méthodologies mathématiques utilisées. Il permet de fournir des données exploitables par les différents algorithmes et méthodes de calcul utilisés dans notre démarche théorique. Nous allons dans cette section expliquer la façon dont nous avons procédé pour coder les réponses, mais aussi comment les questions ont été choisies. Nous développerons chaque partie du questionnaire séparément.

I.3.1. Codage de la 1ère partie (renseignements généraux)

Cette partie concerne la récolte de données sur les paramètres contingents, la construction de la cartographie réelle du réseau, et sur d'éventuels objectifs de fusion. Les questions et le codage dans cette partie ont été relativement faciles à construire. Nous n'allons pas développer plus cette section.

I.3.2. Codage de la 2ème partie (renseignements sur les activités)

En ce qui concerne les activités cela n'a pas été trop compliqué à réaliser. Nous allons dans ce qui suit donner un aperçu sur la manière dont nous avons procédé.

Dans un premier temps on identifie les principales familles de produits de l'entreprises : A1, A2, A3, A4, A5, puis le chiffre d'affaires de chaque famille : A1%, A2%, A3%, A4%, A5%.

Il faut ensuite obtenir, pour chaque famille de produits, les entreprises qui ont une influence sur cette famille, ainsi que le degré d'influence. Une petite différence existe par rapport à la méthode originale (chapitre III), où les influences étaient entre activités. Pour des raisons de clarté et de gain de temps, nous utilisons une influence entre une entreprise et une activité. Cela ne change pas la méthode de calcul, seulement nous obtiendrons le même degré d'influence pour toutes les activités de l'entreprise sur l'activité Ai.

4 degrés d'influence sont utilisés : Très forte, Forte, Limitée, Très faible, avec ;

Très forte = 4 ;

Forte = 3 ;

Limitée = 2 ;

Très faible = 1 ;

Ces informations nous permettent de construire ce que nous avons appelé la matrice des degrés d'influence (voir chapitre III). Par exemple pour deux entreprises A et B ayant respectivement n et m familles de produits, la matrice se présente sous la forme suivante :

	$B_1\%$	$B_2\%$	$\cdots$	$B_m\%$
$A_1\%$	3	3	$\cdots$	3
$A_2\%$	2	2	$\cdots$	2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$A_n\%$	1	1	$\cdots$	1

Le calcul de la complémentarité des activités entre deux entreprises est basé sur cette matrice. Le détail de la méthode de calcul est présenté dans le chapitre III sur la complémentarité des activités.

I.3.3. Codage de la 3ème partie (renseignements sur les compétences)

Cette partie est celle qui a causé le plus de problèmes et qui a demandé le plus d'attention. Le principal problème est le calcul de la distance inter-entreprises en termes de compétences. Calculer cette distance se révéla moins évident que ce que nous avons construit dans la théorie (chapitre IV), avant de commencer à construire le questionnaire. La partie du questionnaire consacrée à l'évaluation de compétences a été plusieurs fois refaite pour répondre d'un coté à nos besoins en matière de données à traiter, et de contraintes mathématiques notamment le calcul de distance, et d'un autre coté pour respecter des contraintes de clarté et de compréhension du questionnaire.

I.3.3.1. Contraintes relatives à la construction du questionnaire :

Les contraintes relatives à la construction du questionnaire concernent la prise en compte du fait que les questions doivent être fermées, c'est-à-dire que le répondant est guidé à travers des listes fermées. De cette manière le traitement des données est facilité, et la comparaison avec les compétences clefs des autres entreprises du réseau est simplifiée. Pour mettre en place la liste des compétences nous nous sommes inspirés du code ROME utilisé par l'ANPE, à partir duquel nous avons extrait les listes de compétences dont nous avions besoin.

D'autre part, pour des causes d'encombrement et de surcharge du questionnaire, la liste des compétences doit être exhaustive et pas trop longue, pour que les répondants puissent s'y retrouver, et que le choix soit le plus pertinent possible.

I.3.3.2. Contraintes relatives au calcul de distances :

L'autre contrainte qui est en relation avec le questionnaire est la méthode de calcul des données recueillies. Pour le cas des compétences c'est un calcul de distance que l'on doit effectuer. Le questionnaire doit donc être construit de manière à fournir des données fiables et traitables par le modèle mathématique. Le but est de construire un tableau de distances inter-entreprises. Pour pouvoir calculer ces distances, les compétences doivent appartenir à un même ensemble (elles doivent être équidistantes), pour pouvoir appliquer un calcul de distance de Hamming. Avant d'aller plus loin voyons comment est constitué le référentiel ROME.

I.3.3.3. Constitution du code ROME

Le dictionnaire ROME constitue un référentiel national français exhaustif sur les métiers et les emplois. Il est structuré comme suit :

- 22 catégories professionnelles (CP) ;
- 61 domaines professionnels ;
- 466 emplois/métiers.

La nomenclature est construite selon une architecture en arborescence. Cela signifie que les emplois/métiers s'inscrivent à l'intérieur d'une même structure qui les emboîte. Ainsi, l'entrée dans la nomenclature passe par un premier niveau appelé catégorie professionnelle. A chaque catégorie correspond un ou plusieurs domaines professionnels. Chacun de ces derniers est prolongé à son tour par un ou plusieurs emplois/métiers caractérisés enfin par un nombre variable de spécificités.

I.3.3.4. Choix de la liste des compétences

Il est bien sûr inconcevable d'introduire dans un même questionnaire les 466 emplois/métiers du code ROME, cela rendrait le questionnaire illisible et trop lourd.

a. 1ère Approche

Nous avons dans un premier temps proposé de poser une seule question au dirigeant en disant :

« Quel sont vos compétences clefs parmi la liste ci-dessous ? Et quel est le degré de maîtrise de chacune de ces compétences clefs ? »

Nous avons proposé d'intégrer dans la liste des compétences 14 catégories professionnelles au lieu des 22 existantes dans le code ROME. Nous nous sommes contentés des catégories en relation avec l'industrie, et avons éliminé toutes celles qui ne nous seront pas utiles (professions de la santé, de l'art et du spectacle, de la formation, du social, de l'agriculture et la pêche et de l'artisanat). La connaissance préalable des réseaux qui vont être audités nous à permis d'orienter notre choix en ce sens là.

Ces 22 catégories représentent 41 domaines professionnels, parmi lesquels le répondant devra choisir. Les modalités de réponses se présenteront comme suit :

CP-44- Mécanique, électricité, électronique :	**Expert**	**Excellent niveau**	**Bon niveau**	**Moyen niveau**
441- Construction mécanique et travail des métaux	☐	☐	☐	☐
442- Construction électrique et électronique	☐	☐	☐	☐
443- Entretien, maintenance	☐	☐	☐	☐

Cependant, nous nous sommes rendus compte que cette méthode présente plusieurs inconvénients :

- La liste proposée dans cette première démarche se contente des deux premiers niveaux de la nomenclature ROME, c'est-à-dire, les catégories professionnelles et les domaines professionnels. Certaines catégories peuvent prêter à confusion, car à ce niveau, il manque des détails, et certains domaines sont trop généralistes. Le répondant risque de choisir des compétences qui ne reflètent pas vraiment celles de son entreprise ;

- Des redondances apparaissent, un répondant peut se positionner sur deux domaines sans pour autant savoir lequel reflète vraiment ses compétences clefs ;

- La mise en forme n'est pas très adéquate, le répondant peut facilement se lasser à rechercher dans cette liste la compétence qui caractérise son entreprise ;

- Le calcul de la distance de Hamming est biaisé, car les compétences ne sont pas équidistantes.

b. 2^{éme} Approche

Nous proposons de calculer la distance en prenant en compte les considérations suivantes :

Quand deux entreprises ont des compétences clés appartenant à deux catégories professionnelles (CP) différentes elles sont automatiquement éloignées avec une distance «d = 1», il n'est pas nécessaire de calculer une distance de Hamming.

Quand deux entreprises ont des compétences clés appartenant à la même catégorie (CP), on calcule une distance de Hamming normalement, car dans une même catégorie (CP) les compétences sont équidistantes.

Quand deux entreprises ont des compétences clés appartenant à la même catégorie, et des compétences clés appartenant à des catégories différentes, la distance est calculée de la manière suivante :

Le tableau suivant illustre un cas général d'une évaluation de compétences entre deux entreprises E_1 et E_2

	C_1	C_2	…	C_k
E_1	α_{11}	α_{21}	…	α_{k1}
E_2	α_{11}	α_{21}	…	α_{k1}

Tableau AI-2 : Cas général d'une évaluation de compétences entre deux entreprises

La distance est calculée par l'équation suivante :

$$d = \frac{\sum_{i=1}^{k} |\alpha_{i1} - \alpha_{i2}|}{nombre\ compétences\ utilisées}$$

Le nombre de compétences utilisées représente les compétences qui sont mobilisées à la fois par les deux entreprises.

I.3.3.5. Les questions posées et les listes proposées

Pour obtenir le tableau AI-2 à partir du questionnaire nous nous proposons de suivre une démarche légèrement différente de celle exposée plus haut. Plutôt que d'utiliser le référentiel ROME dans sa version originale, nous le modifions un peu pour l'adapter à notre démarche et le rendre plus lisible pour le répondant.

Nous allons guider le répondant dans son choix des compétences clés de son entreprise à travers deux questions :

La première question servira à positionner l'entreprise sur trois domaines, au maximum, qui caractérisent le mieux l'entreprise. Cette question joue le rôle d'un filtre. La liste des domaines proposés dans cette première question est composée de 18 domaines qui sont un mélange entre les catégories professionnelles (CP) et domaines professionnels (DP) du référentiel ROME. Le choix de cette liste a été établi en prenant en comptes plusieurs considérations. La plus importante est d'éviter d'avoir des domaines qui prêtent à confusion, et aussi d'éviter des redondances. La liste n'est pas exhaustive (18 domaines). Cependant nous avons essayé d'englober le plus grand nombre de domaines pour que le répondant puisse se rapprocher le mieux de son domaine, si celui ci n'existe pas explicitement dans la liste. Cette question est posée de la manière suivante :

Quelle est(sont) le(s) domaine(s) (3 maximum) qui caractérisent le mieux les compétences clefs de votre entreprise ?

Chacun des 18 domaines comporte une liste de métiers inspirés aussi du code ROME. Quand un répondant se positionnera sur un domaine, tous les métiers sous-jacents à ce domaine paraîtront dans la liste des métiers qui seront proposés dans la deuxième question. Si par exemple trois domaines ont été choisis, la liste des métiers qui apparaîtra dans la deuxième question sera une composition (union) des trois listes de métiers sous-jacents à chacun des trois domaines choisis. La deuxième question servira à déterminer les trois compétences clefs de l'entreprise parmi cette liste de métiers. La deuxième question est articulée de la manière suivante :

Quelles sont les trois compétences clefs qui caractérisent le mieux votre entreprise ?

La dernière question permettra d'affecter un degré de maîtrise à chaque compétence. Le degré de maîtrise représentera la fonction d'appartenance de la compétence. La question se présentera de la manière suivante :

Quel est le niveau de maîtrise de ces trois compétences clefs ?

	Expert	Excellent niveau	Bon niveau	Niveau Moyen
Compétence 1	☐	☐	☐	☐
Compétence 2	☐	☐	☐	☐
Compétence 3	☐	☐	☐	☐

Chacune des quatre modalités de réponse sera codée par un nombre entre 0.5 et 1, car nous parlons de compétences clefs qui ne peuvent pas être faiblement maîtrisées.

La problématique maintenant se situe au niveau du choix de la meilleure valeur à affecter au degré de maîtrise «Niveau Moyen» que nous appelleront α. Le choix des valeurs à affecter aux deux autres degrés de maîtrise (Bon niveau, Excellent niveau) est fonction de celui affecté au degré moyen. Une compétence avec un niveau expert a une fonction d'appartenance de 1.

I.3.3.6. Choix de la valeur α (fonction d'appartenance du degré «Niveau Moyen»)

A première vue le choix de α est évident, en prenant la valeur la plus basse, c'est-à-dire 0.5. Cependant, ce choix ne doit pas être fait de manière hasardeuse. Pour cela nous avons procédé à plusieurs essais pour identifier la meilleure valeur.

Au-delà d'un aspect mathématique, la distance calculée entre deux entreprises en termes de compétences, est une composition de deux aspects : le nombre de compétences communes et le degré de maîtrise des compétences. Prenons par exemple le cas de deux entreprises E1 et E2 dans le même domaine et qui n'ont aucune compétence commune dans un ensemble de 6 compétences. En prenons les deux cas extrêmes :

1er cas :

	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
E1	1	1	1	0	0	0
E2	0	0	0	1	1	1

$d_{0max} = 1/6 ((1-0) + (1-0) + (1-0) + (1-0) + (1-0) + (1-0)) = 1$

2em cas :

	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
E1	α	α	α	0	0	0
E2	0	0	0	α	α	α

$d_{0min} = 1/6 ((\alpha-0) + (\alpha-0) + (\alpha-0) + (\alpha-0) + (\alpha-0) + (\alpha-0)) = \alpha$

Donc bien qu'il n'y a aucune compétence commune, la distance dans les deux cas n'est pas la même, ce qui est expliqué par la différence du degré de maîtrise.

Faisons maintenant le même calcul pour les autres cas : 1 compétence commune, 2 compétences communes, 3 compétences communes.

1 compétence commune :

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
E1	α	α	1	0	0	0
	1	***1***	***α***	***0***	***0***	***0***
E2	0	0	1	α	α	0
	0	***0***	***1***	***1***	***1***	***0***

$d_{1min} = (\alpha + \alpha + (1-1) + \alpha + \alpha) /5 = 4\alpha/5$

$\boldsymbol{d_{1max} = (1 + 1 + (1- \alpha) + 1 + 1) /5 = (5- \alpha)/5}$

2 compétences communes

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
E1	α	1	1	0	0	0
	1	***α***	***α***	***0***	***0***	***0***
E2	0	1	1	α	0	0
	0	***1***	***1***	***1***	***0***	***0***

$d_{2min} = (\alpha + (1-1) + (1-1) + \alpha) /4 = \alpha/2$

$\boldsymbol{d_{2max} = (1 + (1- \alpha) + (1- \alpha) + 1) /4 = (2- \alpha)/2}$

3 compétences communes

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
E1	1	1	1	0	0	0
	α	***α***	***α***	**0**	**0**	**0**
E2	1	1	1	0	0	0
	1	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**

$d_{3min} = ((1-1) + (1-1) + (1-1)) /3 = 0$

$\boldsymbol{d_{3max} = ((1- \alpha) + (1- \alpha) + (1- \alpha)) /3 = 1- \alpha}$

Calculons maintenant les différentes distances pour plusieurs valeurs de α :

α	d_{0min}	d_{0max}	d_{1min}	d_{1max}	d_{2min}	d_{2max}	d_{3min}	d_{3max}
0.5	0.5	1	0.4	0.9	0.25	0.75	0	0.5
0.55	0.55	1	0.44	0.89	0.275	0.725	0	0.45
0.6	0.6	1	0.48	0.88	0.3	0.7	0	0.4
0.65	0.65	1	0.52	0.87	0.325	0.675	0	0.35
0.7	0.7	1	0.56	0.86	0.35	0.65	0	0.3
0.75	0.75	1	0.6	0.85	0.375	0.625	0	0.25
0.8	0.8	1	0.64	0.84	0.4	0.6	0	0.2
0.85	0.85	1	0.68	0.83	0.425	0.575	0	0.15
0.9	0.9	1	0.72	0.82	0.45	0.55	0	0.1
0.95	0.95	1	0.76	0.81	0.475	0.525	0	0.05
1	1	1	0.8	0.8	0.5	0.5	0	0

Tableau AI-3 : Distances en fonction des différents α

En reportant cela sur un graphique nous allons remarquer ce que nous appelons des phénomènes de "recouvrement" et de "trou". Construisons un graphique pour les deux valeurs de $\alpha = 0.9$ et $\alpha = 0.5$:

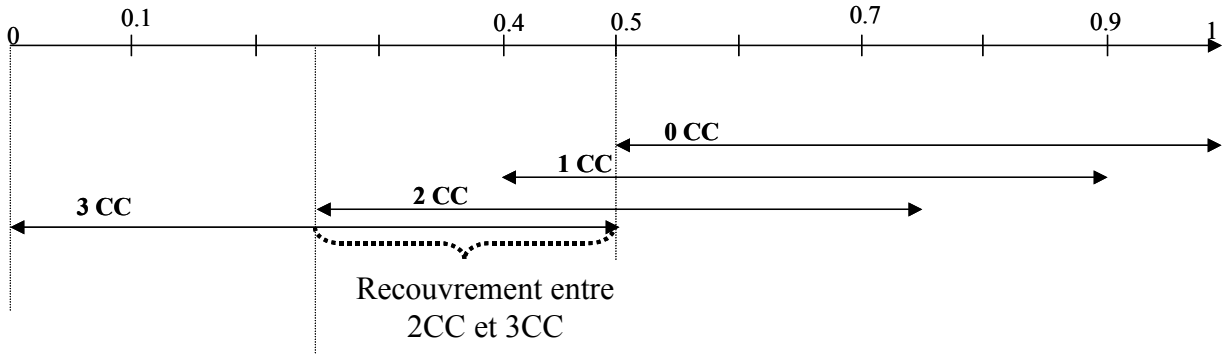


Figure AI-1 : Exemple de recouvrements pour α = 0.5

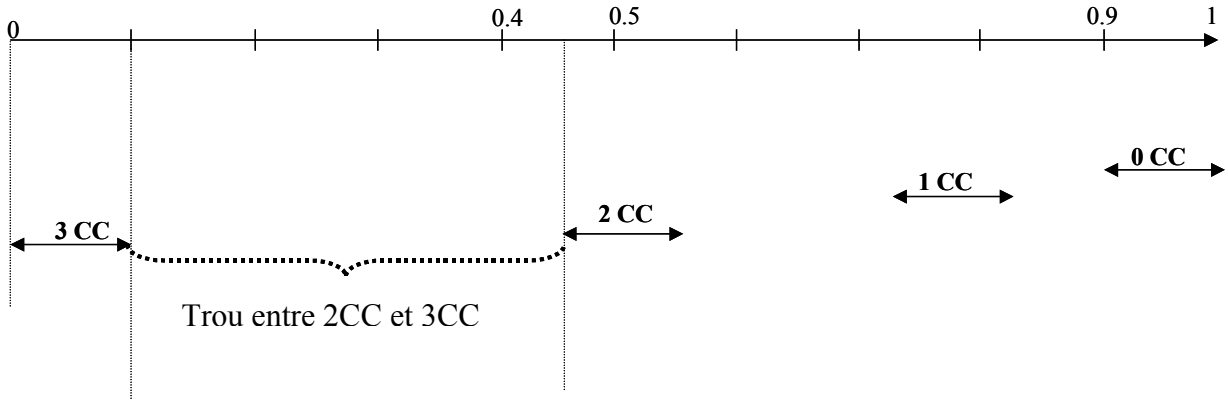


Figure AI-2 : Exemple de trous pour α = 0.9

La figure AI-1 illustre des cas de recouvrements. Dans cette figure, 3 recouvrements apparaissent entre les différents cas de compétences communes.

La figure AI-2 illustre des cas de trous. Dans cette figure, 3 trous apparaissent entre les différents cas de compétences communes.

Il existe aussi des cas où on a un mixte entre les trous et les recouvrements. Quand il n'y a ni l'un ni l'autre cela signifie qu'on a une coïncidence ce qui représente le cas idéal.

Nous allons donc chercher à trouver la meilleure valeur de α pour laquelle il y a un maximum de coïncidences. Mais il faut aussi éviter d'avoir des recouvrements, car ce phénomène peut être à l'origine d'incohérence et peut biaiser les résultats finaux sur la similarité des compétences.

La figure suivante illustre ces phénomènes dans un cas général :

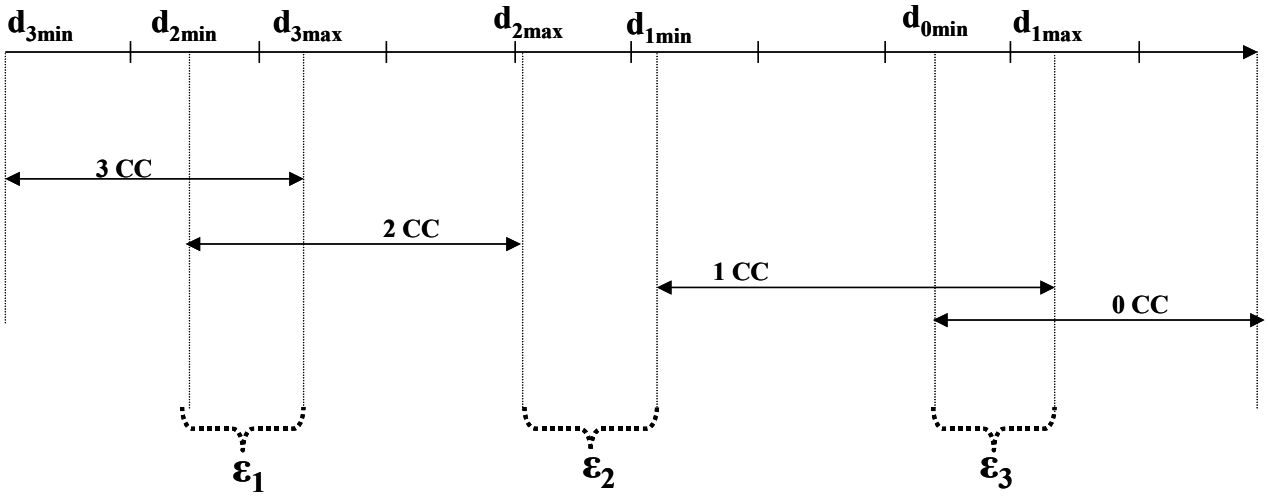


Figure AI-3 : Illustration des phénomènes de trous et recouvrements pour un cas général

Les trois variables ε_1, ε_2, ε_3 peuvent représenter selon leur signe un recouvrement ou un trou. Pour des valeurs négatives ils représenteront un trou. Pour des valeurs positives ils représenteront un recouvrement.

$$\varepsilon_1 = d_{3max} - d_{2min}$$

$$\varepsilon_2 = d_{2max} - d_{1min}$$

$$\varepsilon_3 = d_{1max} - d_{0min}$$

Ce qui donne après calcul :

$$\varepsilon_1 = (1- \alpha) - \alpha/2 = (2-3\alpha)/2$$

$$\varepsilon_2 = (2- \alpha)/2 - 4\alpha/5 = (10-13\alpha)/10$$

$$\varepsilon_3 = (5-\alpha)/5 - \alpha = (5-6\alpha)/5$$

La meilleure valeur de α doit répondre à deux contraintes :

$$Minimiser \;\; M = |\varepsilon_1| + |\varepsilon_2| + |\varepsilon_3|$$

$$et$$

$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \leq 0$$

Le tableau suivant donne pour différentes valeurs de α, les valeurs de ε_1, ε_2, ε_3 ainsi que M :

α	**ε_1**	**ε_2**	**ε_3**	**M**
0.5	0.25	0.35	0.4	1
0.55	0.175	0.285	0.34	0.8
0.6	0.1	0.22	0.28	0.6
0.65	0.025	0.155	0.22	0.4
0.7	-0.05	0.09	0.16	0.3
0.73	-0.095	0.051	0.124	0.27
0.74	-0.11	0.038	0.112	0.26
0.75	-0.125	0.025	0.1	0.25
0.76	-0.14	0.012	0.088	0.24
0.77	-0.155	-0.001	0.076	0.232
0.78	-0.17	-0.014	0.064	0.248
0.8	-0.2	-0.04	0.04	0.28
0.85	-0.275	-0.105	-0.02	0.4
0.9	-0.35	-0.17	-0.08	0.6
0.95	-0.425	-0.235	-0.14	0.8
1	-0.5	-0.3	-0.2	1

Tableau AI-4 : Recouvrements et trous en fonction de α

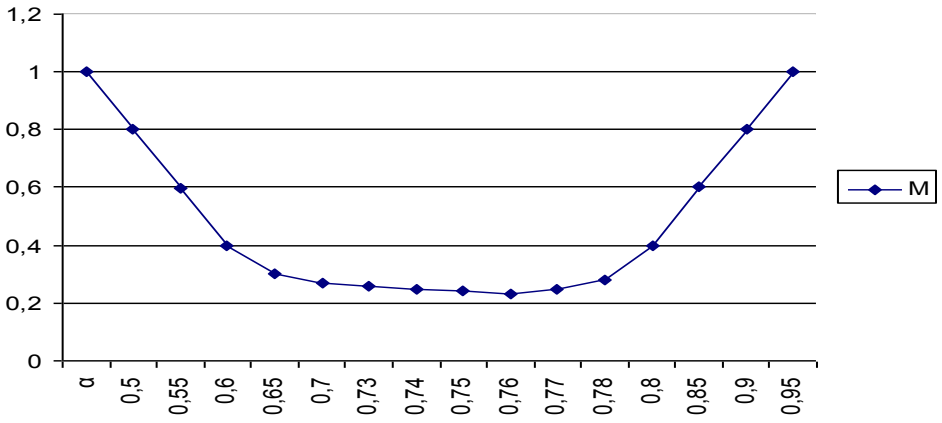


Figure AI-4 : M en fonction de α

La valeur qui répond le mieux aux deux critères cités plus haut est : α = 0.75.

Le codage des réponses sur le degré de maîtrise des compétences sera comme suit :

Moyen Niveau = 0.75

Bon Niveau = 0.85

Excellent niveau = 0.95

Maîtrise = 1

I.4. Conclusion

La collecte de données est un élément crucial dans une étude de recherche. Elle nous a permis de récolter des données pour tester et valider notre méthodologie théorique via des études de terrain. Nous avons explicité au travers de cette annexe la logique des idées suivies pour construire le questionnaire pour les enquêtes. La réflexion autour de la construction du questionnaire et notamment du codage, nous a permis de tester l'applicabilité des algorithmes et modèles proposés par rapport aux données récoltées à partir du questionnaire. Ce dernier représentant le lien entre la théorie et la pratique.

Les deux principales problématiques rencontrées dans cette phase de construction du questionnaire étaient en partie relatives à la récolte des données sur les compétences. La première concernait le calcul de distance utilisé dans la partie théorique (distance de Hamming) qui ne pouvait s'appliquer directement. Nous avons proposé de construire cette distance en fonction du nombre de compétences communes entre les entreprises concernées, tout en gardant la formulation de Hamming. La deuxième concernait le codage des modalités de réponses pour les degrés de maîtrise des compétences, notamment le choix de la valeur pour le degré le plus bas (moyen niveau). Nous avons procédé à plusieurs tests pour choisir la meilleure valeur.

Cette annexe montre bien la difficulté de la construction d'un questionnaire. Cette phase importante dans un travail de recherche, tel que le notre, a demandé une attention particulière.

Tout au long des entretiens le questionnaire a été amélioré et revu plusieurs fois pour le rendre plus compréhensible et moins lourd.

ANNEXE II LE QUESTIONNAIRE

Ecole Nationale
Supérieure des Mines
SAINT-ETIENNE

Enquête sur les réseaux d'entreprises

Nom du réseau : _____

Coordonnées du répondant
Nom de l'entreprise
Position du répondant
Adresse
Tel
Fax
E-mail
Site Web

Objet de l'enquête

Cette enquête nous permet d'alimenter nos travaux de recherche en informations concrètes. Ces travaux ont pour but de mettre au point un outil de diagnostic pour analyser les coopérations inter-entreprises au sein des réseaux de PME, ainsi que leur formation et leur évolution dans le temps.

Votre participation est importante

L'exactitude des données recueillies dépend de votre coopération. Les renseignements que vous fournirez nous aideront à faire avancer nos travaux. Nous nous engageons à garantir la confidentialité des renseignements fournis et à vous transmettre les résultats de l'enquête.

Section I : Renseignements sur l'entreprise

I.1. Votre entreprise est-elle une entreprise :

Familiale	Appartenant à un groupe	Autre
☐	☐	☐

I.2. Quel est le nombre d'employés dans votre entreprise :

Moins de 10	Entre 10 et 100	Entre 100 et 500	Plus de 500
☐	☐	☐	☐

I.3. Depuis combien de temps faites vous partie du réseau ? |__|__|__| Mois

I.4. Quelles sont les entreprises, au sein du réseau, qui sont dans le même secteur de marché que vous : _____

I.5. Quelles sont les entreprises, au sein du réseau, qui sont en compétition avec votre entreprise :_____

I.6. Quelles sont les entreprises, qui sont vos partenaires et avec lesquelles vous avez des coopérations durables : _____

I.7. Vos relations avec vos partenaires sont-elles formalisées par des contrats ?

Oui	**Non**	**Cela dépend du partenaire**
☐	☐	☐

I.8. Faites vous partie d'un autre réseau ?

Oui	**Non**
☐	☐

I.9. Quels sont les outils de communication et d'échange d'informations (NTIC) que vous utilisez parmi la liste ci-dessous ?

	Oui	**Non**
Mailing, Forum de discussion, EDI, visioconf., etc.	☐	☐
Agenda électronique, Workflow, etc.	☐	☐
Applications partagées, Design Rational, outils de prise de décisions collectives (GDSS, ESI, etc…)	☐	☐

I.10. Avez-vous des intentions annoncées de fusion avec d'autres membres du réseau ? Si oui lesquels ? _____
_____
_____
_____
_____

Section II : Renseignements sur les produits

II.1. Quelles sont les principales familles de produits de votre entreprise ainsi que leurs parts dans le chiffres d'affaire global (C.A. %) ?

	Famille de produits	**C.A. %**
A1	_____	_____ %
A2	_____	_____ %
A3	_____	_____ %
A4	_____	_____ %
A5	_____	_____ %

II.2. Quel est la part export du chiffre d'affaires total (en %) : _____ %

II.3.

A. Quelles entreprises du réseau ont une influence sur le produit A1 :

	Il y a 3 ans	Aujourd'hui	Dans 3 ans
Très forte influence			
Forte influence			
Influence limitée			
Très faible influence			

B. Quelles entreprises du réseau ont une influence sur le produit A2 :

	Il y a 3 ans	Aujourd'hui	Dans 3 ans
Très forte influence			
Forte influence			
Influence limitée			
Très faible influence			

C. Quelles entreprises du réseau ont une influence sur le produit A3 :

	Il y a 3 ans	Aujourd'hui	Dans 3 ans
Très forte influence			
Forte influence			
Influence limitée			
Très faible influence			

D. Quelles entreprises du réseau ont une influence sur le produit A4 :

	Il y a 3 ans	Aujourd'hui	Dans 3 ans
Très forte influence			
Forte influence			
Influence limitée			
Très faible influence			

E. Quelles entreprises du réseau ont une influence sur le produit A5 :

	Il y a 3 ans	Aujourd'hui	Dans 3 ans
Très forte influence			
Forte influence			
Influence limitée			
Très faible influence			

II.4. Quel indice de confiance (sur une échelle de 1 à 5) donneriez vous à vos prévisions de 3 ans :

Faible Fort

[1] [2] [3] [4] [5]

Section III : Renseignements sur les compétences

III.1. Quelle est(sont) le(s) personnel(s) (3 maximum) qui caractérisent le mieux les compétences clefs de votre entreprise ?

Personnel 1 ☐ Personnel 2 ☐ Personnel 3 ☐

III.2. Quelles sont les trois compétences clefs qui caractérisent le mieux votre entreprise ? (une liste de compétences vous sera présentée)

C1 |__|__|__| C2 |__|__|__| C3 |__|__|__|

III.3. Quel est le niveau de maîtrise de ces trois compétences clefs ?

	Expert	Excellent niveau	Bon niveau	Niveau Moyen
Compétence 1	☐	☐	☐	☐
Compétence 2	☐	☐	☐	☐
Compétence 3	☐	☐	☐	☐

III.4.

A. Est-ce que ces trois compétences caractérisaient votre entreprise il y a 3 ans ou lors de votre entrée dans le réseau ?

Oui ☐ Allez à la partie B

Non ☐ Allez à la partie C

B. Quel était le niveau de maîtrise de ces trois compétences ?

	Expert	Excellent niveau	Bon niveau	Niveau Moyen
Compétence 1	☐	☐	☐	☐
Compétence 2	☐	☐	☐	☐
Compétence 3	☐	☐	☐	☐

C.

C.1. Quelle est(sont) le(s) personnel(s) (3 maximum) qui caractérisaient le mieux les compétences clefs de votre entreprise parmi la liste donnée à la question III.1.?

Personnel 1 ☐ Personnel 2 ☐ Personnel 3 ☐

C.2. Quelles sont les trois compétences clefs qui caractérisent le mieux votre entreprise ? (une liste de compétences vous sera présentée)

C1 |__|__|__| C2 |__|__|__| C3 |__|__|__|

C.3. Quel était le niveau de maîtrise de ces trois compétences clefs ?

	Expert	Excellent niveau	Bon niveau	Niveau Moyen
Compétence 1	☐	☐	☐	☐
Compétence 2	☐	☐	☐	☐
Compétence 3	☐	☐	☐	☐

III.5.

A. Est-ce que ces trois compétences caractériseront votre entreprise dans 3 ans ?

Oui ☐ Allez à la partie B

Non ☐ Allez à la partie C

B. Quel sera le niveau de maîtrise de ces trois compétences ?

	Expert	Excellent niveau	Bon niveau	Niveau Moven
Compétence 1	☐	☐	☐	☐
Compétence 2	☐	☐	☐	☐
Compétence 3	☐	☐	☐	☐

C.

C.1. Quelle est (sont) le(s) personnel(s) (3 maximum) qui caractériseront le mieux les compétences clefs de votre entreprise dans 3 ans, parmi la liste donnée à la question III.1.?

Personnel 1 ☐ Personnel 2 ☐ Personnel 3 ☐

C.2. Quelles sont les trois compétences clefs qui caractériseront le mieux votre entreprise dans 3 ans?

C1 |__|__|__| C2 |__|__|__| C3 |__|__|__|

C.3. Quel sera le niveau de maîtrise de ces trois compétences clefs ?

	Expert	Excellent niveau	Bon niveau	Moyen niveau
Compétence 1	☐	☐	☐	☐
Compétence 2	☐	☐	☐	☐
Compétence 3	☐	☐	☐	☐

C.4. Quel indice de confiance (sur une échelle de 1 à 5) donneriez vous à vos prévisions de 3 ans :

1	2	3	4	5

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Ackley D. H., (1987), "A Connectionist Machine for Genetic Hill-climbing", *Kluwer, Dordrecht.*

AFNOR, (1987), "Organisation et gestion de la production, sous-traitance industrielle : vocabulaire", X50-300.

Alchian A. A., (1950), "Uncertainly, evolution and economic theory", *Journal of Political economy*, n°58, pp.211-221.

Alchian A. A., (1987), "Property Rights", In. Eatwell J., Milgate M., et Neuwman P., (Ed.), *The new Palgrave: A dictionary in economics*.

Alpert C. J., (1996), "Multi-way graph and hyper graph partitioning", *Doctorate of philosophy in computer science,* University of California, Los Angeles, USA.

Alpert C. J., Kahng B. A., (1995), "Recent directions in netlist partitioning: a survey", *Integration, The VLSI journal, Elsevier Science*, Vol.19, n°1-2, pp.1-81.

Alpert C. J., Kahng B. A., et So Z. Y., (1999), "Spectral partitioning with multiple eigenvectors". *Discrete applied mathematics, Elsevier Science*, vol.90, pp.3-26.

Altersohn C., (1992), "De la sous-traitance au partenariat industriel", *Harmattan*.

Aoki M., (1988), "Information, Incentives and bargaining in the Japanese economy", *Cambridge University Press.*

Areibi S., Vannelli A., (1993), "Advanced search techniques for circuit partitioning", *DIMACS Series in Discrete Mathematics and theoretical Computer Science*, pp.77-98.

Arena R., Charbit C., (1997), "Frontière de la firme, frontière des firmes : un point de vue néo-marshallien", dans Garrouste P., "Les frontières de la firme", *Economica*, pp.15-27, Paris, France.

Arregle J-L., Amburgey T., Dacin T., (1998), "Le rôle des capacités organisationnelles dans le développement des réseaux d'entreprises : une application aux alliances", *Finance Contrôle Stratégie*, vol.1, n°1, pp.7-27.

Assens C., (1995), "Connexionisme et théorie des organisations", *Actes du 2ème colloque sur la recherche neuronal en science économique et de gestion*, vol.2, pp.193-206.

Assens C., (1999), "La cartographie des réseaux sans frontières", *2ème colloque la métamorphose des organisations : Quelles compétences pour développer et contrôler l'entreprise relationnelle ?*, Nancy, France.

Atler C., Hage J., (1993), "Organizations Working Together", *Newbury Park*, CA: Sage.

Axelrod R., Mitchell W., Thomas R. E., Bennett D. S., et Bruderer E., (1995), "Coalition formation in standard-setting alliances", *Management Science*, vol.41, pp.1493-1513.

Aydalot P., (1986), "Les milieux innovateurs en Europe", *GREMI.*, Paris, France.

Bakir S., Gourc D., et H. Pingaud, (2003), "Les méthodes de planification de projet en univers risque : apports et limites", *5ème Congrès International de Génie Industriel*, Québec.

Balakrishnan S., Koza M., (1993), "Information asymmetry, adverse selection and joint ventures: Theory and evidence", *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol.20, pp.99-117.

Barnes E. R., (1982), "An algorithm for partitioning the nodes of a graph", *SIAM Journal Algebraic Discrete Methods*, vol.3, n°4, pp.541-550.

Barney J., (1991), "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, vol.17, n°1, pp.99-120.

Barreyre P. Y., (1992), "La sous-traitance à l'heure des nouvelles politiques d'implantation", *Encyclopédie du management,* Vuibert, Paris, France.

Barringer B. R., Harrison J. S., "Walking a tightrope: Creating value through inter-organizational relationships", *Journal of Management*, vol.26, n°3, pp.367-403.

Barzel J., (1989), "Economic analysis of property rights", *Cambridge University Press*, Cambridge.

Baudry B., (1992), "Contrat, autorité et confiance : la relation de sous-traitance est-elle assimilable à la relation d'emploi". *Revue Economique*, vol.43, n°5, pp.871-894.

Bayliss B., (1993), "Industry, Industrial Location and the Role of Transport in a Single European Market". *In Polak Heertje (ed.) European Transport Economics*, Oxford, Blackwell, pp.266-286.

Beaurain C., Longuépée J., (2004), "De l'importance des formes de proximités géographiques dans l'élaboration des et l'efficacité de la coordination : l'exemple du risque d'inondation", *Quatrièmes Journées de la Proximité*, Marseille, France.

Becattini G., (1990), "The Marshallian industrial district as socioeconomic notion" In: Pike F, Becattini G. et Sengenberger W. eds., "Industrial districts and inter-firm cooperation in Italy", *IILS*, Geneva, pp.37-51.

Becattini G., (2002), "From Marshall's to Italian "industrial districts". A brief critical reconstruction" In: Quadrio Curzio A., Fortis M., eds., "Complexity and industrial clusters", *Physica-Verlag*, New York, USA.

Bellet M., Colletis G., et Lung Y., ed. (1993), "Economie de proximités", *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°3.

Bellet M., Kirat T., et Largerons C., ed. (1998), "Approches multiformes de la proximité", *Hermès Collection Interdisciplinarité et nouveaux outils*, Paris, France.

Bellon B., Chevalier J. M., (1984), "L'industrie en France", *Flammarion,* Paris, France.

Benali M., Burlat P., (2003), "Une modélisation des relations de coordination dans les réseaux d'entreprises", *Congrès International de Génie industriel*, Québec.

Benali M., Burlat P., (2004), "Une démarche d'analyse de la complémentarité des activités dans un réseau d'entreprises", *5e Conférence Francophone de MOdélisation et SIMulation « Modélisation et simulation pour l'analyse et l'optimisation des systèmes industrielles et logistiques » MOSIM'04*, 1er au 3 septembre, Nantes, France.

Benali M., Burlat P., (2004a), "Methodology to Analyze Organizational Trajectories of SMEs Network", *Third Conference of Management and Control of Production and Logistics*, (MCPL2004), Santiago, Chile, pp.79-84.

Benali M., Burlat P., (2005), "Framework to draw cartographies of co-ordination modes within SMEs network", *18th International Conference on Production Research*, Salerno, Italy.

Benavent C., (2001), "Analyse des proximités", *Note pédagogique*, IAE des pays de l'Adour.

Benyoucef L., Frein Y., et Penz B., (2001), "Optimal solution for a two-product dynamic scheduling problem in a just-in-time environment", *International Journal of Production Economics*, vol.74, n°1-3, pp.85-91.

Berry J. W., (1989), "Acculturation et adaptation psychologique", In Retchinszki, J. et *al.*, *La recherché interculturelle*, Act du 2éme colloque de l'ARIC, L'Harmattant, pp.135-145.

Bertallanffy L. V., (1968), "Organismic Psychology and Systems theory", *Clark University Press.*

Bezrukova S. L., Elsasserb R., et Schroederb U.-P., (1999), "On k-partitioning of Hamming graphs", *Discrete applied mathematics, Elsevier Science*, vol.95, pp.127-140.

Billaudot B., (2004), "Proximité, réseaux et coordination industrielle : quelle articulation Conceptuelle ?", *Quatrièmes Journées de la proximité*, Marseille, France.

Birley S., (1986), "The role of new firms: Births, deaths and job generation", *Strategic Management Journal*, vol.7, pp.361-376.

Blanquart C., Burmeister A., (1997), "Les interactions production espace : l'apport de l'économie de la proximité à une approche en termes de dynamiques résiliaires", *premières journées de la proximité*, Lyon, France.

Blau P. M., (1970), "The formal theory of differentiation in organizations", *American Sociology Review*, vol.35, pp.201-218.

Bolis S., Maggi R., (1999), "Logistics strategy and transport service choices. An adaptive stated preference experiment", *38th ERSA Congress*, Dublin, Eire.

Boltanski L., Thevenot L., (1991), "De la justification : Les économies de la grandeur", *Gallimard*, Paris, France.

Boucher X., (1999), "Contribution méthodologique pour la gestion de filières métiers dans un contexte d'ingénierie concourante", *Thèse de l'Université Aix-Marseille III*, France.

Boucher X., Burlat P., (2003), "Vers l'intégration des compétences dans le pilotage des performances de l'entreprise", *Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)*, vol.37, n°3, pp.363-390.

Boucher X., Burlat P., et Boudarel M. R., (2002), "Vers la régulation des systèmes de compétences multi-entreprises", *1er colloque nationale du groupe gestion des compétences et des connaissances en génie industriel*, Nantes, France.

Boughzala I, (2001), "Démarche méthodologique de conception de systèmes d'information coopératifs inter-agents pour la gestion des connaissances", *Doctorat de l'université Paris VI*, France.

Bradach J. L., Eccles R. G., (1989), "Price, authority, and trust", *Annual Review of Sociology,* vol.15, pp.97-118.

Brilman J., (1995), "L'entreprise réinventée", *Les éditions d'Organisation*, Paris, France.

Brousseau E., (1989), "L'approche néo-institutionnelle de l'économie des coûts de transaction", *Revue Française d'Economie*, vol.9, pp.123-166.

Brousseau E., (1993), "Les théories des contrats : une revue", *Revue d'Economie Politique*, vol.103, n°1, pp.1-82.

Brousseau E., Geoffron P., et Weinstein O., (1997), "Confiance, Connaissances et relation inter-entreprises", in *Economie de la connaissance et Organisation ; Entreprises, territoires, réseaux*, L'Harmattan, Paris, pp.402-433.

Browne J., Sackett P., et Wortmann J. C., (1995), "Future manufacturing systems- towards the extended enterprise", *Computer in industry*, vol.25, pp.235-254.

Browne J., Zhang J, (1999), "Extended and virtual enterprises – similarities and differences", *International of Agile Management Systems*, vol.1, n°1, pp.30-36.

Brulhart F., Favoreu C., (2003), "Les modes de coordination et d'organisation des partenariats inter firmes : Exploration du rôle et de l'impact respectif du contrôle et de la confiance au travers du courant « integratis »", *XIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*, Les cotes de Carthage, Tunisie.

Burlat P, Peillon S., (2002), "Skills networks and local dynamics, in Global Competition and Local Networks", directed by R. B. McNaughton and M. B. Green, *Ashgate Publishing Limited*, pp. 133-149, London, UK.

Burlat P., (2002), "Modélisation et Pilotage des Organisations en Réseau", *Habilitation à diriger des Recherches (HDR) en Génie Industriel*, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, France.

Burlat P., B. Besombes, et Deslandres V., (2003), "Constructing a typology for networks of firms", *Production Planning and Control (PPC)*, vol.14, n°5, pp.399-409.

Burlat P., Vila D., Besonbes B., et Deslandres V., (2001), "Un cadre de modélisation des trajectoires d'évolution des groupements d'entreprises", Congrès International de Génie Industriel, Marseille, France.

Burlat P., Villa D., B. Besombes, et Deslandres V., (2003a), "Un cadre d'analyse dynamique des réseaux d'entreprises", *Revue Française de Gestion Industrielle (RFGI)*, vol.22, n°1, pp.77-94.

Burmeister A., (2000), "Juste-à-temps, stratégies logistiques et rôle du transport", *les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°38, pp.45-62.

Burns P., Whitehouse O., (1996), "Family ties", *Special Report of the 3I European Enterprise Center*.

Burns T., Stalker G. M., (1961), "The management of innovation", *Tavistock*, London, UK.

Burt R. S., Ronchi D., (1994), "Measuring a large network quickly", *Social Networks*, vol.6, pp.91-135.

Butera F., (1991), "La métamorphose de l'organisation : Du château au réseau", *Les Editions d'Organisation*, France.

Buttery, E., Buttery A., (1994), "Business Networks: Reaching new markets with low cost strategies", *Longman Business and Professional*, Melbourne, Australia.

Cabin P., (1996), "Les nouvelles théories économiques de l'entreprise", *Science Humaine*, n°57, pp.34-37.

Cailliez F., Pages J. P., (1976), "Introduction à l'analyse de données", *Smash*, France.

Carroll A. B., (1995), "Stakeholder thinking in three models of management morality: A perspective with strategic implications", Nasi, J. (ed.), "Understanding Stakeholder Thinking", *LSR-Publications*, Helsinki, Finland, pp.47-74.

Cartwright S., Cooper C. L., (1993), "The role of culture compatibility in successful organizational marriage", *Academy of Management Executive*, vol.7, n°2, pp.57-70.

Catry P., Buff A., (1996), "Le gouvernement de l'entreprise familiale", *Publi-union*.

Célestin G., El Oundou O., (2001), "Contribution A la Connaissance du mode de Création et de Fonctionnement d'accords de Coopération entre PME Francophones : Cas des PME Camerounaises et Françaises", *Centre Africain de Formation et de Recherche Administrative pour le Développement*, Tanger, Maroc.

Chan F., Qi H. J., (2003), "Feasibility of performance measurement system for a process-based approach and measures", *Integrated Manufacturing Systems*, vol.14, n°3, pp.179-190.

Chan T. K., Schlag M. D. F., et Zien J. Y., (1994), "Spectral k-way ratio cut partitioning and clustering", *IEEE transactions on Computer Aided Design*, vol.13, n°8, pp.1088-1096.

Chandrasekharam R., Subhramanian S., et Chaudhury S., (1993), "Genetic algorithm for nod partitioning problem and applications in VLSI design", *IEE Proc. E (Computer Digital Techniques)*, vol.140, n°5, pp.36-39.

Chang S. J. et Singh H., (1999), "The impact of modes of entry and resource fit on modes of exit by multi-business firms", *Strategic Management Journal*, vol.20, n°11, pp.1019-1035.

Charreaux G., Couret A., et Joffre P., (1987), "De nouvelles théories pour gérer l'entreprise", *Economica*, Paris.

Chatterjee A. C., Hartley R., (1990), "A new simultaneous circuit partitioning and chip placement approach based on simulated annealing", *Proc. ACM/IEEE Design Automation Conference*, pp.1778-1781.

Child J., Faulkner D., (1998), "Strategies of cooperation: managing alliances, networks and joint ventures", *Oxford University Press*, Oxford, UK.

Chung F. R. K., Graham R. L., (1981), "Recent results in graph decompositions", *in: H.N.V. Temperley, ed., Combinatorics Lecture Notes Series 52,* (London Math. Sot.), pp.103-124.

Coase R., (1937), "The nature of the firm", *Economica*, N.S. 4. Traduction française "La nature de la firme", *Revue Française d'Economie*, (1987), n°11, pp.133-163.

Cœurderoy R., Quélin B., (1997), "L'économie des coûts de transaction : un bilan des études empiriques sur l'intégration verticale", *Revue d'économie politique*, n°107, mars-avril, pp.145-181.

Cohen T., Lindberg R., (1974), "Survival and growth: Management strategies for the small firm", New York: AMACOM, USA.

Cohen W. M., Levinthal D. A., (1990), "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol.35, pp.128-152.

Coleman J. S., (1990), "Foundations of Social Theory", *Belknap Press of Harvard University Press*.

Coriat B., Weinstein O., (1995), "Les nouvelles théories de l'entreprise", *Le Livre de Poche*, Paris, France.

Courlet C., (1987), "Développement territorial et systèmes locaux en Italie", *IREP-D Notes et Documents*, n°22, Grenoble, France.

Courlet C., Judet P., (1986), "Nouveaux espaces de production en France et en Italie", *Les Annales de la Recherche Urbaine*, n°29.

Courlet C., Pecqueur B., (1991), "Systèmes locaux d'entreprises et externalités : un essai de typologie", *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° spécial, pp.3-4.

Couture A., Loussararian G., (1999), "L'entreprise se transforme : de l'organisation mécanique et figée à l'organisation réactive et vivante", *Revue française de gestion industrielle*, vol.18, n°2.

Crowston K., (1994), "A taxonomy of organizational dependencies and coordination mechanisms", *Center for Coordination Science Working Paper, MIT Sloan,* n°174, 3718-94.

Currall S. C., Judge T. A., (1995), "Measuring Trust between Organizational Boundary Role Persons", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol.64, n°2, pp.151- 170.

Curzio A., Fortis M., (2002), "Complexity and Industrial Clusters: Dynamics and Models in Theory and Practice", *Springer Verlag*.

D'Amours S., Montreuil B., (1999), "Networked manufacturing: The impact of information sharing", *International Journal of Production Economics*, vol.58, n°1, pp.63-79.

Damak Ayadi S., (2003), "La théorie des parties prenantes: théorie empirique ou théorie normative?", 24ème Congrès de l'Association française de comptabilité, Université Catholique de Louvain.

Dauty F., Larré F., (2004), " Proximité et coordination des réseaux de sous-traitance", *IV journées Proximité Réseaux et Coordination*, Marseille, France.

De Montmorillon B., (1989), "Croissance de l'entreprise", *Encyclopédie de Gestion*, sous la dir. de Joffre P., Simon Y., *Economica*, vol.1, pp.726.

De Terssac G., (1996), "Savoir, Compétence et travail", *Rapport du LAAS 96225*, Toulouse, France.

Delapierre R., (1991), "Les accords inter-entreprises partage ou partenariats ? Les stratégies de groupes européens du traitement de l'information", *Revue d'Economie Industrielle*, n°55, 1er Trimestre.

Demetz H., (1967), "Toward a theory of property rights", *American Economic Review*, Mai.

Detchersahar M., (1997), "Une approche socio-économique de la coopération inter-entreprises. L'homologie des trajectoires socioprofessionnelles des acteurs : un vecteur de confiance et de stabilité", *Colloque International : Connivence d'acteur, contrat, coopération et métamorphose des organisations*, pp.242-265.

Dickson P. H., Weaver K. M., (1997), "Environmental determinants and individual-level moderators of alliance use", *Academy of Management journal*, vol.40, pp.404-425.

Diday E., Lemaire J., Pouget J., et Testu F., (1982), "Eléments d'analyse de données", *Dunod*.

DiMaggio P., Powell W., (1983), "The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields", American Sociological Review, vol.48, pp.147-160.

Donckels R., Frohlick, E., (1991), "Are family businesses really different? European experience from STRATOS", *Family Business Review*, vol.4, pp.149-160.

Dosi G., (1991), "Perspectives on evolutionary theory", *In. Science and Public Policy*, vol.18, pp.353-361.

Dosi G., Marengo L., (1994), "Some elements of an evolutionary theory of organizational competences", In England R. W. (ed.), "Evolutionary concepts in contemporary economics", *Ann Arbor, The University of Michigan Press*, pp.157-178.

Douard J. P., Heitz M., (1998), "Proposition d'un référentiel d'analyse pour la prise en compte de la variété et de la variabilité des coopérations inter-entreprises", *4ème Congrès International Francophone sur la PME,* Nancy-Metz, France.

Douard J., Heitz M., (2003), "Une lecture des réseaux d'entreprises : prise en compte des formes et des évolutions", *Revue Française de Gestion*, vol.29, n°146, pp.23-41.

Doz Y. L., (1988), "Technology Partnerships between Larger and Smaller Firms", *International Studies of Management and Organization*, vol.17 , pp.31-57.

Doz Y. L., Hamel G., Prahald C. K., (1989), "Collaborate with your competitors and win ", *Harvard Business Review*, vol.67, n°1, pp.133-139.

Doz Y. L., Shuen A., (1988), "From Intent to Outcome: a Process Framework of Partnerships", *Work Paper 88/46*, INSEAD, Fontainebleau, France.

Dunning J. H., (1988), "Multinationals, technology and the global economy", *Unwin Hyman*, London, UK.

Dupuy J. P., Eymard-Duvernay F., Favereau O., Orlean A., Salais R., et Thévenot L., (1989), "Introduction", *Revue Economique*, n° spécial économie des conventions, vol.40, n°2, pp.141-145.

Dussauge R., Garrette B., (1995), "Alliances stratégiques : Modes d'emploi", *Revue Française de Gestion*, n°85.

Dussuc B., (2000), "Une vision processuelle des réseaux d'entreprises", *IXième Conférence Internationale de Management Stratégique «Perspectives en management stratégique»*, Montpellier, France.

Dyer J., (1997), "Effective Interfirm Collaboration : How Firms Minimize Transaction Costs and Maximize Transaction Value", *Strategic Management Journal*, vol.18, n°7.

Evrard Samuel K., (1996), "Intégration culturelle et croissance externe", *Thèse de doctorat en Science de Gestion*, Université Pierre Mendés France, Grenoble, France.

Evrard Samuel K., (2000), "Une nouvelle approche des conséquences humaines et organisationnelles des fusions d'entreprises", *IXième Conférence Internationale en Management stratégique « Perspectives en management stratégique »*, Montpellier, France.

Evrard Samuel K., Paturel R., (1998), "L'intégration culturelle des opérations de croissance externe", *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, n°25, pp.23-38.

Eymard-Duvernay F., (1989), "Conventions de qualité et formes de coordination", *Revue Economique*, vol.XL, n°2, pp.329-359.

Favreau O., (1990), "L'économie des conventions : son objet, sa contribution à la science économique", *Problèmes Economique*, n°2167, pp.15-20.

Favrel J., (1998), "L'entreprise virtuelle", *in L'entreprise communicante*, dir. C. Foulard, Hermès, pp. 355-375.

Feige U., Krauthgamer R., et Nissim K., (2003), "On cutting a few vertices from a graph", *Discrete Applied Mathematics*, *Elsevier Science*, vol.127, pp.643-649.

Fenneteau H., (2002), "Enquête : entretien et questionnaire", *Les topos, DUNOD*, France.

Férry F., (1999), "Benetton ou l'entreprise virtuelle", *Vuibert*, Paris, France.

Fiduccia C. M., Mattheyses R. M., (1982), "A linear time heuristic for improving network partitions", *Proc. ACM/IEEE Design automation conference*, pp175-181.

Forbairt, (1996), "Virtual corporation defined", *summary section for Forbrait Internet Report*, www.iol.ie/~forfeirs/, Ireland.

Fortunato S., Latora V, et Marchiori M., (February 2004), "A Method to Find Community Structures Based on Information Centrality", *ArXiv: cond-mat/0402522*.

Fourcade C., (1994), "Stratégies d'alliances des petites entreprises face à l'internationalisation", *Les cahiers de l'ERFI*, Université de Montpellier 1, vol.7, pp.7-19.

Frayret J. M., (2002), "A conceptual framework to operate collaborative manufacturing networks", *Faculté des études supérieure*, Université Laval, Québec, Canada.

Frayret J. M., D'Amours F., D'Amours S., (2003), "Collaboration et outils collaboratifs pour la PME manufacturière", *Cerfio, Telus*.

Frayret J. M., D'Amours S., Montreuil B., et Cloutier L., (2001), "A Network Approach to operate Agile Manufacturing Systems", *International Journal of Production Economics*, vol.74, n° 3, pp.239-259.

Freeman R.E., (1984). "Strategic management: A stakeholder approach", *Basic Books*, New York, USA.

Freeman R.E., (1994). "Ethical theory and business ", *Englewood Cliffs, Prentice-Hall*, New Jersy, USA.

Friedberg E., (1993), "Le pouvoir et la règle", *Editions du Seuil*, Paris, France.

Froehlicher T., Watier-Sersen N., (2000), "De l'aboutement à l'intégration La coordination à l'épreuve des frontières internes et externes de l'organisation", *IMRL 2000 Third International Meeting for Research in Logistics*, Trois-Rivières, Canada.

Gabrié H., Jacquier J. L., (1994), "La théorie moderne de l'entreprise. L'approche institutionnelle", *Editions Economica*, Paris, France.

Galbraith J. K., (1979), "Le nouvel état industriel : Essai sur le système économique", *Gallimard*, Paris, France.

Gallo M., (1993), "Unpublished research presented at Loyola University Chicago", *Family Business Forum*, IBSE, Barcelona, Spain.

Gardes Erize N., (2002), Economie des coûts de transaction – Economie des compétences : Un débat théorique pour une interprétation des alliances du secteur bancaire, *Document de travail CREG*, IAE de Pau et des pays de l'Adour.

Garey M.R., Johnson D.S., (1979), "Computers and Intractability : A Guide to the Theory of NP-Completeness", *W.H. Freeman & Co.*

Garofoli G., (1992), "Endogenous development in Southern Europe", *Aldershot: Gower*.

Géniaux I., Mira-Bonnardel S., (2003), "Le réseau d'entreprises : forme d'organisation aboutie ou transitoire", Revue Française de Gestion, vol.29, n°143, pp.129-144.

Ghertman M., "L'approche fondée sur les coûts de transaction", In Arrègle J. L. et *al.*, "Les nouvelles approches de la gestion des organisations", *Editions Economica*, pp.85-129.

Gilly J. P., Lung Y., (2004), "Proximités, secteurs et territoires", *Quatrièmes journées de la proximité*, Marseille, France.

Gilly J. P., Torre A., coord. (2000), "Dynamiques de proximité", *L'Harmattan*, Paris, France.

Girvan M., Newman M. E. J., (2002), "Community structure in social and biological networks", *PNAS*, vol.99, n°12, pp.7821-7826.

Gomes-Casseres B., (1990), "Firm ownership preferences and host government restrictions: an integrated approach", *Journal of International Business Studies*, vol.21, n°1, pp.1-21.

Gomez P. Y., (1996), "Le gouvernement de l'entreprise. Modèles économiques de l'entreprise et pratiques de gestion", *InterEditions*, Paris, France.

Gomez P. Y., Marion G., (1997), "La théorie des conventions en pratique : Introduction", *Revue Française de Gestion*, n°112, pp.60-63.

Goranson T., Jonson M., Presley A., et Rogers H. J., (1997), "Metric for the agile virtual enterprise Case Study", *Proceedings of the 6th Annual national Agility Conference*.

Gott A., (1996), "Empowered engineering for the extended enterprise – a management guide", Cambridge, UK.

Grabher G., (1993), "The embedded firm, on the socioeconomic of industrial networks", *Rout ledge*, London, UK.

Grangé D., Lebart L., (1994), "Traitements statistiques des enquêtes", *Dunod*, Paris.

Granovetter M., (1985), "Economic action and social structure: the problem of embeddedness", *American Journal of sociology*, vol.91, n°3, pp.481-510.

GRECOPME I., (2000), "Rapport de troisième année du projet GRECOPME" (dir. L. Vincent).

GRECOPME II., (2003), "Rapport final du projet GRECOPME II." (dir. P. Burlat).

Gudmundson D, Hartman E. A., et Tower C. B., (1999), "Strategic Orientation: Differences between Family and Nonfamily Firms", *Family Business Review*, vol.12, n°1, pp.27-39.

Gugler P., (1991), "Les alliances stratégique transnationales", *Editions Universitaires Fribourg*, Suisse.

Guth J. P., (1998), "Bâtisseurs d'alliances", *Editions d'Organisation*.

Hakansson H., (1982), "International marketing and purchasing of industrial goods", *Chichester: John Wiley & sons*.

Hakansson H., Johanson J., "The network as a governance structure" In. Grabber G. (Ed.), (1993), "The Embedded Firm: On the Socioeconomics of Industrial Networks", *Routledge*, London, UK.

Hamel G., (1991), "Competition for competence and inter-partner learning within international strategic alliances", *Strategic Management Journal*, vol.12, pp.83-103.

Hamel G., Doz Y. L., Prahalad C. K., (1989), "Collaborate with your competitors and win", *Harvard Business Review*, vol.89, n°1, pp.133-139.

Hammami A., (2003), "Modélisation technico-économique d'une chaîne logistique dans une entreprise réseau", *Doctorat en Génie Industriel*, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

Handy C., (1989), "The age of unreason", *Edition Business Books*.

Harrigan K. R., (1987), "Bases of inter-organization cooperation: propensity, power and persistence", *Working Paper CTIS*, Columbia University.

Harzallah M., Vernadat F., (1999), "Human resource competency management in enterprise engineering", *IFAC World Congress'99*, Beijing P.R.C, China, July 5-9.

Haspeslagh P. C., Jemison D. B., (1991), "Managing acquisitions: creating value through corporate renewal", *The free press*.

Hébréard J-C., Romérosa F., "Lexique pratique du manager", http://luttealbi.free.fr/lexiquemanagement.htm#cult.

Heitz M., (1998), "Les coopérations inter-entreprises, identification et interprétation des formes et des évolutions : proposition d'une grille de lecture, analyse au sein de filière et dans le cadre d'un environnement géographique de proximité", *Thèse pour le doctorat en science de gestion*, Université de Nancy II, Institue d'Administration des Entreprises, France.

Heitz M., (2000), "Les coopérations inter-entreprises : une grille de lecture", *Revue Finance-Contrôle-Stratégie*, vol.3, n°4, pp.57-81.

Hernandez E. M., Marco L., (2002), "L'entrepreneuriat et les théories de la firme", *Revue Française de Gestion*, n°138, pp.127-144.

Hotelling H., (1933), "Analysis of a complex of a statistical variables into principal components", *J. Educ. Psy.*, vol.24, pp.498-520.

Huany D. J. H., Kahng A. B., (March 1995), "When cluster meet partitions : new density-based methods for circuit decomposition", *Proc. European Design and Test Conf.*, pp.60-64.

Huttenlocher D. P., Klanderman G. A., Rucklidge W. J., (1993), "Comparing Images using the Hausdorff distance", *IEEE Transaction on pattern analysis and machine intelligence,* vol.15, n°9, pp.850-863.

Inayoshi H., Manderick B., (1992), "The weighted graph bi-partitioning problem: a look at GA performance", *Parallel problem Solving from Nature* (Springer), Berlin, pp.617-625.

Jagdev H. S., Browne J., (1998), "The extended enterprise – a context for manufacturing", *Production Planning and Control*, vol.9, n°3, pp.216-229.

Jagdev H. S., Thoben K. D., (2001), "Anatomy of enterprise collaborations", *Production Planning and Control*, vol.12, n°5, pp.437-451.

Jarillo J. C., (1988), "On strategic networks", *Strategic Management Journal,* vol.9, pp.31-41.

Jarillo J. C., (1989), "Entrepreneurship and growth: The strategic use of external resources", *Journal of Business Venturing*, vol.4, pp.137-147.

Jarvis J. J., (1882), "Decomposition algorithms for locating minimal cuts in a network", *Math program,* vol.22, n°2, pp.316-331.

JOCE, (2001), " Lignes directrices sur l'applicabilité de l'article 81 du traité CE aux accords de coopération", *Journal officiel des Communautés européennes*, n° C 003.

Joffre P., (1999), "L'économie des coûts de transaction ou le marché et l'entreprise à la fin du 20ème siècle", In "De nouvelles théories pour gérer l'entreprise du 21ème siècle", coordonné par Koenig, G., *Editions Economica*, pp.143-170.

Johansen R., (1988), "Groupware: Computer Support for Business Teams", *The Free Press*, New York, USA.

Johanson J., Mattsson L. G., (1987), "Inter-organizational relations in industrial systems: a network approach compared with the transaction-cost approach", *International Studies of Management and Organization*, vol.17, pp.34-48.

Johnson D. S., Aragon C. R., McGeoch L. A., et Schevon C., (1989), "Optimization by simulated annealing: an experimental evaluation, Part I, graph partitioning", *Operation Research*, vol.37, pp.865-892.

Jolly D., (2001), "Alliances inter-entreprises entre concurrence et coopération", *Vuibert*.

Kaufmann A., (1973), "Introduction à la théorie des sous-ensembles flous", *Masson et Cie*, Paris, France.

Kernighan B. W., Lin S., (1970), "An efficient heuristic procedure for partitioning graphs", *Bell System Technique Journal*, vol.49, n°2, pp.291-307.

Kets de Vries M. F. R., (1993), "The dynamics of family controlled firms: the good and the bad news", *Organizational Dynamics,* vol.21, n°3, pp.59-72.

Kets de Vries M. F. R., (1996), "Family business: Human dilemmas in the family firm", *International Thomson Business Press*, Boston, USA.

Killing J. P., (1988), "Understanding alliances: the role of task and Organizational complexity", in Contractor F. J., Lorange P., (Eds.) *Cooperative Strategies in International Business*, Lexington Books, New York, pp.55-67.

Kirat T., Lung Y., (1995), "Innovations et proximités : le territoire, lieus de déploiement des processus d'apprentissage", in Lazaric N., Monnier J. M. (eds), *Coordination économique et apprentissage des firmes,* Economica, Paris, pp.206-227.

Koenig G., (1992), "Gestion stratégique", *Litec*.

Kogut B., (1988), "Joint ventures: Theoretical and empirical perspectives", *Strategic Management Journal*, vol.9, pp.310-332.

Kogut B., Singh H., (1988), "The Effect of National Culture on the Choice of Entry Mode", *Journal of International Business Studies*, vol.19, n°3, pp.411-432.

Kraatz M. S., (1998), "Learning by association? Interorganizational networks and adaptation to environemental change", *Academy of Management Journal*, vol.41, pp.621-643.

Krichnamurthy B., (1984), "An improved min-cut algorithm for partitioning VLSI networks", *IEEE trans. Compt.*, vol.33, n°5, pp.438-446.

Krugman P., (1991), "Geography and Trade", *The MIT Press*, Cambridge, Mass., USA.

Krugman P., (1995) "Development, Geography and Economic Theory", *The MIT Press*, Cambridge, Mass., USA.

Lacity M.C., Hirschheim R., (1993), "The Information Systems Outsourcing Bandwagon", *Sloan Management Review*, Autumn, pp.73-86.

Lapide L., (2002), "Are we moving from buyers and sellers to collaborators", *AMR Research Report.*

Lawrence P. R., Lorsch J., (1967), "Organization and environment: Managing differentiation and integration", *Harvard Business School*.

Lazega E., (1994), "Analyse de réseau et sociologie des organisations", *Revue Française de Sociologie,* vol.3, pp.299-321.

Lebart L., Morineau A., et Piron M., (1997), "Statistique exploratoires multidimensionnelle", *Dunod.*

Lee H. L., Billington C., et Carter B., (1993), "Hewlett-Packard gains control of inventory and service through design of localization", *Interfaces*, vol.23, n°4, pp.1-11.

Leighton T., Rao S., (1988), "An approximate max-flow min-cut theorem for uniform multi-commodity flow problems with applications to approximations algorithms", *Proc. IEEE Symp. Foundation of Computer Science*, pp.422-431.

Lim A., Chee Y. M., (1991), "Graph partitioning using tabu search", Proc. IEEE International Symp. Circuit and systems, pp.1164-1167.

Livian Y. F., (1998), "Organisation, Théories et Pratiques", *Dunod*, Paris.

Loasby B. J., (1996), "The organization of industry and the growth of knowledge", *Lectiones Jenenses*.

Lorentz E. H., (1988), "Neither Friends nor Strangers: lnformal Networks of Subcontracting in French Industry", in GAMBETTA D. (Eds.), *Trust, Making and Breaking Cooperative Relations*, Oxford: Basil Blackwell.

Lorentz E. H., (1996), "Confiance, contrats et coopération économique", *Sociaologi du travail*, vol.4, pp.487-507.

Lorenzoni G., Ornati O. A., (1988), "Constellations of firms and new ventures", *Journal of Business Venturing*, vol.3, n°1, pp.41-57.

Lundvall B.A., (éd.) (1992), "National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning", *Pinter*, London, UK.

Mac Culloch W.S., Pitts W., (1943), "A logical calculus of the ideas immanent in neuron activity", *Bulletin of Mathematical Biophysics*, New York.

Madhok A., (2002), "Reassessing the Fundamentals and Beyond: Ronald Coase, the Transaction Cost and Resource-Based Theories of the Firm and the Institutional Structure of Production", *Strategic Management Journal*, vol.23, pp.535-550.

Maillat D, (1998), "Organisations productives territorialisées et milieux innovateurs", *Recomposition et développement des territoires. Enjeux économiques, processus, acteurs*, sous la dir. de Loinger G. et Némery J-C., L'Harmattan, Paris, France.

Malone T. W., Crowston K., (1994), "The Interdisciplinary Study of Coordination", *ACM Computing Surveys*, vol.26, n°1, pp.87-119.

March J. G., (1991), "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, vol.2, pp.71-78.

March J. G., (1995), "The future, disposable organizations and rigidities of imagination", *Organization*, vol.2, pp.227-240.

Mariti P., Smiley R. H., (1983), "Cooperative Agreements and the Organization of Industry", *The Journal of Industrial. Economics*, vol.31, n°4, pp.437-457.

Masson M., Denoeux T., (1999), "Positionnement multidimensionnel de données de dissimilarités floues", *Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications*, Valenciennes, Cépaduès, pp.39-45.

Menguzzato-Boulard M., Escriba-Esteve A., Sanchez-Peinado L., (2003), "Les accord de coopération : Une stratégie pour toutes les entreprises ?", *XII*^{ème} *Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*, Les cotes de Carthage, Tunis.

Mercadal B., Janin P., (1974), "Les Caractéristiques Juridiques des Contrats Internationaux de Coopération Industrielle", *Droit et Pratique du Commerce International*, vol.10.

Mercier D., Mendez A., (2004), "L'émergence et le renouvellement de coordinations industrielles dans la région PACA", *4*^{ème} *Journées de la Proximité*, Marseille, France.

Mercier S., (1999), "L'éthique dans les entreprises", *Ed La découverte*, Paris, Frane.

Meunier C., (1999), "Infrastructure de transport et développement. L'apport de l'économie de réseau", *les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°36, pp.69-85.

Miles R., Snow C., (1994), "Fit, failure, and the hall of fame: how companies succeed or fail", *Free Press,* New York, USA.

Milgrom P., Roberts J., (1997), "Economie, organisation et management", *De Boeck Université*, Bruxelles, Belgique.

Ministère de l'Equipement des Transports de l'Aménagement du Territoire du Tourisme et de la Mer, (2004), "les relations entre entreprises dans la construction : Les coopération, une question de taille", *SES Infos rapides*, n°274.

Mintzberg H., (1998), "Le management", *Editions d'Organisations*.

Mintzberg H., Ahlstrand B., et Lampel J., (1999), "Safari en pays stratégie, l'exploration des grands courants de la pensée stratégique", *Editions Village Mondial*.

Monateri J. C., (2001), "Economie des relations industrielles", *in Maîtrise et organisation des flux industriels*, dir. J. P. Campagne et P. Burlat, Hermès.

Morgenstern O., Neumann J. V., (1953), "The Theory of Games and Economic Behaviour"*, 3rd ed., Princeton University Press*.

Mothe C., Quelin B., (1997), "Coopération en R&D et création de compétences", *Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*, Montréal, Canada.

Mouline A., (1999), "Les accords de coopération inter-entreprises dans les technologies de l'information : nouveaux apports quantitatifs et qualitatifs", *Revue d'Economie Industrielle*, n°89, pp.85-106.

Mowery D. C., Oxley J. E., et Silverman B. S., (1996), "Strategic alliance and interfirm knowledge transfer", *Strategic Management Journal*, vol.17, pp.77-91.

Muller Y., (1972), "Application pratique des graphes à la recherche d'un optimum", *Eyrolles.*

Mutinelli M., Piscitello L., (1998), "The entry mode choice of MNEs: an evolutionary approach", *Research Policy*, vol.27, n°5, pp.491-506.

Nelson R. R., Winter S. G., (1982), "An evolutionary theory of economic change", Belknap *Press of Harvard University Press*, Cambridge.

Newman M. E. J., (2004), "Fast algorithm for detecting community structure in networks" *Physical Review E (Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics)*, vol.69,n°6.

Newman M. E. J., Girvan M., (2004), "Finding and evaluating community structure in networks", *Physical Review E (Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics)*, vol.69, n°2.

Niemelä T., (2004), "Interfirm Cooperation Capability in the Context of Networking Family Firms: The Rôle of Power", *Family Business Review*, vol.XVII, n°4, pp.319-330.

Noorderhaven N., (1994), "Transaction coast analysis and the explanation of hybrid vertical interfirms relations", *Review of Political Economy*, vol.6, n°1.

Nunes P., (1994), "Formes PME et organisation en réseaux", *3ème Conférence Internationale de Management Strategique*, Lyon, France.

Oberg K., (1960), "Culture shock: adjustments to new cultural environments", *Practical Anthropology*, July-August, pp.177-182.

Ogden S., Watson R., (1999), "Corporate performance and stakeholder management: Blanching shareholders and customers interests in the UK privatized water industry", *Academy of management journal*, vol.42, in press.

Oliver C., (1990), "Determinants of interorganizational relationships: Integration and future directions", *Academy of Management Review*, vol.15, pp.241-265.

Osborn R. N., Baughn C. C., (1990), "Forms of Interorganizational Governance for Multinational Alliances", *Academy of Management Journal*, vol.33, pp.503-519.

Osborn R. N., Hagedoorn J., (1997), "The institutional and evolutionary dynamics of interorganizational alliances and networks", *Academy of Management Journal*, vol.40, n°2, pp.261-278.

Osborn R. N., Olson J., et Hanada M., (1985), "Analyzing US/Japanese Joint Research and Development Units", *Washington D.C., National Science Foundation*, USA.

Park C. I., (1988), "Methods of general partitioning problem in graph models of large-scale systems", *Ph. D. Thesis,* Advanced Institute of Science and Technology, Korea.

Peillon S., (2001), "Le pilotage des coopérations inter-entreprises : le cas des groupements de PME", *Doctorat d'Economie de l'Université Jean Monnet*.

Penrose E., (1959), "The Theory of the Growth of the Firm", *Oxford University Press*, UK.

Perrow C., (1970), "Organizational analysis: A sociological view", *Tavistock*, London, UK.

Pettigrew A. M., (1987), "Context and action in transformation of the firm", *Journal of Management Studies*, vol.24, pp.649-670.

Pfeffer J. S., Salancik G. R., (1978), "The external control of organization: Resource, dependence, perspective", *Harper Row*, New York, USA.

Phillips N., Lawrence T., et Hardy C., (2000), "Inter-Organizational Collaboration and the Dynamics of Institutional Fields", *Journal of Management Studies*, vol.37, n°1.

Pinson S., Chandon J. L., (1981), "L'Analyse Typologique : Théories et Applications", *Editions Masson*, 251pp (1er prix de l'Académie des Sciences Commerciales).

Piore M. J., Sabel C. F., (1984), "The second industrial divide", *Basic Books*.

Pons P., (2004), "Algorithmique des grands réseaux d'interactions : détection de structures de communautés", *Rapport de DEA*, LIAFA (CNRS - Paris 7), France.

Porter M. E., (1986), "L'avantage concurrentiel", InterEditions, Paris, France.

Porter M. E., (1998), "Clusters and the new economics of competition" *Harvard Business Review*, vol.76, n°6, pp.77-90.

Poulin D., Chrysostome É.V., (1999), "Inter-Firm Cooperation Networks : A Historical Perspective", *Relations of Complex Organizational Systems, A Key to Global Competitivity*, *S. Urban*, pp.21-59.

Poulin D., Montreuil B., et Gauvin S., (1994), "L'entreprise réseau : bâtir aujourd'hui l'organisation de demain", *Publi-Relais*, Montréal, Québec.

Powell G. G., Koput K. W., et Smith-Doerr L., (1996), "Inter-organizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology", Administrative Science of Quarterly, vol.41, pp.116-145.

Prahalad CK., Hamel G., (1992), "The core competence of the corporation", *IEEE Engineering Management Review*, pp.5-14.

Preas B. T., Lorenzetti M. J. (Eds.), (1988), "Physical Design Automation of VLSI Systems", *Benjamin/Cummings, Menlo Park,* CA.

Pugh D. S., HIckson D. J., Hinings C. R., et Turner C., (1968), "Dimensions of organization structure"**,** *Administrative Science Quarterly*, vol.13, pp.539 – 560.

Pyke F., Becattini G., et Sengenberger W., (1990), "Industrial district and inter-firm co-operation in Italy", *International Institute of Labour Studies*, ILO publications, Geneva, Switzerland.

Quéré M., Ravix J. L., (1996), "Les relations recherche-industrie : analyse des procédures d'accès à des activités nouvelles" In Ravix J. L.**,** "La coopération entre les entreprises, élément de l'organisation industrielle", *CNRS Edition*, pp. 267-284.

Radicchi F., Castellano C., Cecconi F., Loreto V., et Parisi D., (2004), "Defining and identifying communities in networks", *PNAS*, vol.101, n°9, pp.2658-2663.

Rallet A., (1999), "L'économie de proximités", *Ecole Chercheurs INRA : Economie spatiale et régionale*, Le Croisic.

Rallet A., (2000), "De la globalisation à la proximité géographique : pour un programme de recherches", in Gilly J. P., Torre A. (s/d), *Dynamiques de proximité*, Paris, L'Harmattan, pp.37-57.

Rallet A., (2002), "L'économie de proximité. Propos d'étapes", *Etudes et Recherche sur les Systèmes Agraires et le Développement*, Inra, n°33, pp.11-23.

Raveaud G., (2005), "L'économie des conventions : théorie pragmatique, ou méthode radicale", *Document de travail, Série, Règles, Institution, Conventions*, n°05-03.

Reve T., (1990), "The firm as a nexus of internal and external contracts", in Aoki, M. Gustafson, B. and Williamson, O. (Eds) *as a Nexus The Firm of Treaties*, pp.133-161, Newbury Park: Sage.

Richardson G. B., (1959), "Equilibrium expectations and information", *The Economic Journal*, vol.69, pp.223-237.

Richardson G. B., (1960), "Information and investment – A study in the working of the competitive economy", *Clarenton Press*, Oxford.

Richardson G. B., (1972), "the Organization of Industry", *Economic Journal*, vol.82, pp.883-895.

Richardson R. J., (1987), "Directorship interlocks and corporate profitability", *Administrative Science Quarterly*, vol.32, pp.367-386.

Ricotta E., Mariotti S., (1986), "Diversification Agreements among Firms and Innovations Behavior", *Etude Présentée à la Conférence de Venise sur la Diffusion de l'Innovation*.

Ring P. S., Van De Ven A. H., (1992), "Structuring Cooperative Relationships between Organizations", *Strategic Management Journal*, vol.13, pp.483-498.

Rota-Franz K., Thierry C., Bel G., (2001), "Gestion des flux dans les chaînes logistiques", In "Performance industrielle et gestion des flux", *Lavosier*, Paris, France.

Rouge M. F., (1989), "L'organisation de l'espace et les réseaux", *Flux,* n°0, pp.83-87.

Rullière J. L., Torre A., (1995), "Les formes de la coopération inter-entreprises", *Revue Economie Industrielle : développements récents,* N° Exceptionnel.

Rumelhart D. E., McClelland J. L., et PDP Research Group, (1986), "Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructures of Cognition", *MIT Press*, Cambridge.

Sales A., M., Mervin P., (1994), "When culture collide : issues in acquisition", In Kimberly J. R., Quinn R. E., *Managing Organizational Transitions*, Dow Jones-Irwin, pp.107-133.

Samson I., (2004), " Territoire et système économique", *4emes Journées de la Proximité : Proximité, Réseaux et Coordination*, Marseille, France.

Sanchez R., Heene A., et Thomas H., (1996), "Dynamics of competence-based Competition", *Elsevier Science*.

Sanchis L. A., (1989), "Multiple-way network partitioning", *IEEE Trans. Comput*., vol.38, n°1, pp.760-762.

Saporta G., (1990), "Probabilités analyse des données et statistique", *Technip*.

Sathe V., (1985), "Culture and related corporate realities", *Irwin*.

Scott A., (1988), "New Industrial Spaces", *Pion*, London, UK.

Scott A., (1992), "The Roepke lecture in economic geography, the collective order of flexible production agglomerations: lessons for local economic development policy and strategic choice", *Economic Geography*, vol.68, n°3, pp.219-233.

Scott W. R., Meyer J. W., (1983), "The organization of societal sectors", In Meyer J. W., Scott W. R. (Eds.), "Organizational environments: Ritual and rationality", *CA: Sage*, Beverly Hills, USA.

Sérieyx H., (2000), "La nouvelle excellence", *Maxima*, Paris, France.

Shanker M., Astrachan J., (1996), "Myths and realities: Family businesses' contributions to the US economy", *Family Business Review,* vol.9, n°2, pp.107-123.

Smith S., Holmes S., (1997), "The Role Of Trust In SME Business Network Relationships", *USASBE Annual National Conference Entrepreneurship: The Engine of Global Economic Development*, San Francisco, California, USA.

Strategor, (1997), "politique générale de l'entreprise, stratégie, structure, décision, identité", *Equipe des professeurs du département stratégie et politique de l'entreprise du groupe HEC de Jouy-en-Josas*.

Storper M., Harrison B., (1991), "Flexibility hierarchy and regional development: The changing structure of production systems and their forms of governance in the 1990s", *Research Policy,* vol.21, pp.407-422.

Sun W., Sechen C., (1993), "Efficient and effective placements for very large circuits", *Proc. IEEE Internat. Conf. Computer-Aided Design*, pp.170-177.

Sydow J., (1992), "Enterprise networks and co-determination - The case of the Federal Republic of Germany" In: *International Institute for Labour Studies (Hrsg.)*: "Is the single firm vanishing? Inter-enterprise networks, labour and labour institutions", *Forum Series on Labour in a Changing World Economy*, no.1, Geneva, pp.34-65.

Tao L., Zhao Y. C., Thulasiraman K., et Swami M. N. S., (1991), "An efficient tabu search algorithm for graph bisectioning", *Proc. Great Lakes Symp. VLSI*, pp.92-95.

Teece D., Pisano G., et Shuen A., (1990), "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Working Paper*, University of California at Berkeley, USA.

Thépaut Y., (2001), "Proximité informationnelle et construction de l'espace serviciel", *The Third Congress on Proximity "New Growth and Territories"*, Paris, France.

Thoben K., Jagdev H., (2001), "Typological issues in enterprises networks", *Production Planning and Control (PPC)*, vol.12, n°5, pp.421-436.

Thorelli H. B., (1986), "Networks: Between markets and hierarchies", *Strategic Management Journal,* vol.7, pp.37-51.

Toumela R., (2000), "Cooperation – A philosophical study", *Philosophical Studies Series*, *Kluwer Academic Publishers*, vol.82.

Tran Dac H., (2004), "Sectorisation contrainte de l'espace aérien", *Thèse de doctorat en Technologies de l'information et des systèmes*, Université de technologie de Compiègne, France.

Trienekens J. H., Beulens A. J. M., (2001), "Views on inter-enterprise relationships", *Production Planning and Control*, vol.12, n°5, pp.466-477.

Trostel A., Nichols M., (1982), "Privately-held and publicly-held companies: A comparison of strategic choices and management processes", *Academy of Management Journal,* vol.25, n°1, pp.47-62.

Verna G., Su Z., (1995), "Éthique dans le partenariat Nord-Sud : le cas des joint-ventures internationales", *Gestion 2000*, n°.4, pp.109-120.

Villarreal-Lizarraga C. L., (2005), "Contribution au pilotage des projets partagés par des PME en groupement basé sur la gestion des risques", *6ème Congrès des doctorants de l'EDSYS*, LAAS, Toulouse, France.

Wacheux F., (1996), "Alliances : conséquences stratégiques et organisationnelles", *Revue Française de Gestion*, mars-mai, p.13-24.

Ward J. L., (1988), "The special role of strategic planning for family businesses", *Family Business Review,* vol.1, n°1, pp.105-117.

Ward J., Aronoff C., (1990), "To sell or not sell", *Nations Business,* 73, www.chinapages.com/hubei/wuhan , 2000.

Weiss D., (1994), "Nouvelles formes d'entreprises et relations de travail", *Revue Française de Gestion*, n°96, pp.95-103.

Williamson O. E., (1975), "The economic institutions of capitalism: Firms, Markets, Relational contracting", *The free press,* New York.

Williamson O. E., (1985), "Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications", *The free press.*

Williamson O. E., (1991), "Comparative economic organization: the analysis of discrete structural alternatives", *Administrative Science Quarterly*, vol.36, pp.269-296.

Williamson O. E., (1993), "Calculativeness, Trust and Economic Organization", *Journal of Law and Economics*, vol.XXXVI.

Williamson O.E., (1999), "Public and Private Bureaucracies: A Transaction Cost Economics Perspective", *Journal of Law, Economics and Organization*, vol.15, n°1, pp.306-342.

Winograd T., Flores F., (1986), "Understanding computers and cognition: A new foundation for design", *Ablex*, Norwood, NJ, USA.

Wolf S., (1995), "Accord inter-entreprises, apprentissage et flexibilité dans le secteur des télécommunications", in Lazaric N., Monnier J. M. (eds), *Coordination économique et apprentissage des firmes,* Economica, Paris, pp.110-132.

Woodward J., (1965), "Industrial Organizations: Theory and practice", *Oxford University Press*, London, UK.

Woodward J., (1970), "Industrial Organizations: Behavior and control", *Oxford University Press*, London, UK.

Yang H., Wong D. F., (1994), "Efficient network flow based min-cut balanced partitioning", *proc. European Design and Test Conf.*, pp65-70.

Yip G. S., (1982), "Diversification Entry: Internal Development versus Acquisition", *Strategic Management Journal*, vol.3, pp.331-345.

Zadeh L. A., (1965), "Fuzzy sets", *Information and control*, vol.8, pp.338-353.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE…….……...……7

PARTIE 1 : POSITIONNEMENT ET ETAT DE L'ART 15

CHAPITRE I : RESEAUX ET COOPERATION 17

SECTION 1 : COOPERATION INTER-ENTREPRISES ET EMERGENCE DES NOUVELLES FORMES ORGANISATIONNELLES 18

1.1. Emergence des nouvelles formes organisationnelles 18

1.2. Les différentes formes organisationnelles 19

1.2.1. Entreprise Réseau 19

1.2.2. Entreprise Virtuelle 20

1.2.3. Entreprise Etendue 20

1.2.4. Chaîne logistique 21

1.2.5. Joint ventures 21

1.2.6. Entreprise Fédérale 21

1.2.7. Entreprise Fractale 21

1.2.8. Consortium d'entreprise 21

1.2.9. Les formes d'organisation productive localisée 21

1.2.10. Le réseau d'entreprises 23

1.3. La coopération inter-entreprises et ses différentes formes 24

SECTION 2 : COOPERATION INTER-ENTREPRISES, THEORIES ET APPROCHES SCIENTIFIQUES 25

2.1. Théories et approches scientifique 27

2.1.1. Economie des Coûts de Transaction (ECT) 27

2.1.2. Théorie de la Contingence Structurelle (TCS) 28

2.1.3. Théorie de l'Organisation Industrielle (TOI) 29

2.1.4. Approche basée sur les compétences (Resource-based View, RBV) 30

2.1.5. Théorie de l'Interdépendance des Ressources (TIR) 30

2.1.6. Théorie des parties prenantes (Stakeholder theory, SHT) 31

2.1.7. Economie des Droits de Propriété (EDP) 32

2.1.8. Théorie de l'Agence (TA) 32

2.1.9. Théorie des Jeux (TJ) 33

2.1.10. Economie des conventions (EC) 33

2.1.11. Théorie Institutionnelle (TI) 34

2.1.12. Théorie Evolutionniste (TE) 35

2.1.13. Théorie des Réseaux Industriels (TRI) 36

2.1.14. Théorie de l'Apprentissage (TAp) 36

2.1.15. Approche par les Processus de Coordination (APC) 37

SECTION 3 : TRAVAUX RECENTS SE RAPPROCHANT DE NOTRE PROBLEMATIQUE 38

3.1. Travaux de H. S. Jagdev et K. D. Thoben 38

3.2. Travaux de J. P. Dourad et M. Heitz 40

3.3. Travaux du CENTOR (Centre de Recherche sur les Technologies de l'Organisation Réseau de l'Université Laval) 42

3.4. Travaux de K. Crowston et W. Malone 44

3.4.1. Interdépendances tâche-ressource 45

3.4.2. Interdépendances entre tâches et ressources 45

3.5. Travaux menés à l'Ecole des Mines d'Albi Carmaux 46

3.5.1. Démarche analytique proposée 46

3.5.2. Les préconisations 49
SECTION 4 : CONCEPTS DE BASE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE CARTOGRAPHIE REELLE D'UN RESEAU D'ENTREPRISES 49
4.1. Orientations possibles de la coopération 49
4.1.1. Coopération horizontale 49
4.1.2. Coopération verticale 50
4.1.3. Coopération diagonale 50
4.2. Intensité de la coopération 51
4.3. Représentation des liens de coopération dans un réseau 52
5. CONCLUSION 53

PARTIE 2 : MODELISATION 55

CHAPITRE II : ANALYSE PAR ACTIVITES ET COMPETENCES ET PARAMETRES CONTINGENTS 56

II.1. TRAVAUX DE G. B. RICHARDSON (THEORIE DE L'ORGANISATION INDUSTRIELLE) 58
II.1.1. Activités similaires et activités complémentaires 59
II.1.2. Les mécanismes de coordination 60
Le marché 60
La hiérarchie (La firme) 60
La coopération 61
II.2. LE PROJET DE RECHERCHE GRECOPME (1997-2000) 62
II.3. LE PROJET DE RECHERCHE GRECOPME II (2000-2003) 63
II.4. LES TRAVAUX DE THESE DE S. PEILLON 64
II.4.1. Les groupements de similitude : un pilotage essentiellement contractuel 65
II.4.2. Les groupements complémentaires : un pilotage nécessairement relationnel 65
II.5. TYPOLOGIE DES GROUPEMENTS D'ENTREPRISES 66
II.5.1. Analyse par les activités et les compétences 66
Coordonner des activés complémentaires 66
Des compétences similaires 67
II.5.2. Typologie des réseaux selon une analyse par activités et compétences 68
Cas d'un Réseau Réactif 69
Cas d'un Réseau Proactif 70
II.6. DISCUSSIONS 70
II.7. PARAMETRES CONTINGENTS 71
II.7.1. Paramètres internes 71
Nature de la propriété 71
Taille de l'entreprise 72
Degré d'internationalisation 73
Degré de diversification 73
Capacité Organisationnelle 74
II.7.2. Paramètres relationnels 74
La confiance (mutuelle) 74
Degré d'engagement dans la relation 75
Engagements financiers mutuels 76
La fréquence des contacts 76
Connaissance passée du partenaire 76
Taille du réseau ou nombre de partenaires 77
II.7.3. Les proximités 77
Proximité géographique 78
Proximité organisationnelle 79

Proximité institutionnelle 80
Proximité Culturelle (distance culturelle) 81
II.8. DISCUSSION ET ANALYSE 82
II.9. CONCLUSION 84

CHAPITRE III : MODELISATION ET ANALYSE DE LA COMPLEMENTARITE DES ACTIVITES DANS UN RESEAU D'ENTREPRISES 85

III.1. DEFINITION DE LA COMPLEMENTARITE DES ACTIVITES DANS UN RESEAU D'ENTREPRISES 87
III.2. MODELISATION DE LA COMPLEMENTARITE 87
III.2.1. Degré de complémentarité 88
Exemple : 89
III.2.2. Complémentarité indirecte 90
Définition de la fermeture transitive 91
Discussion sur le choix de l'opérateur 92
III.2.3. Indicateur de la complémentarité globale (CG) d'un réseau 93
III.2.4. Degré d'un sommet et entreprises "pivot" 94
III.3. PARTITIONNEMENT DE GRAPHE POUR LA DETECTION DE SOUS-ENSEMBLES D'ENTREPRISES COMPLEMENTAIRES 95
III.3.1. Problématique posée 95
III.3.2. Décomposition en composantes fortement connexes 96
Sous-ensemble net de niveau α dans une relation floue 96
Méthode de décomposition 96
III.3.3. Les approches séparatives et agglomératives (détection de structures de communautés) 97
Les approches séparatives 97
Les approches agglomératives 98
III.3.4. Algorithmes de partitionnement de graphe 98
Formulation du problème de partitionnement 98
Choix entre bi-partitionnement et k-partitionnement 100
Heuristiques d'améliorations locales (Iterative Improvement Methods) 101
Algorithmes de recuit simulé et algorithmes génétiques 102
Algorithme de Recherche taboue 103
Les méthodes de clustering hiérarchique 103
Les approches géométriques 103
Choix de la méthode de partitionnement 105
III.3.5. Méthode proposée 106
Indicateur de qualité de la partition (I) 106
Algorithme de recherche de disjonctions dans un graphe 107
Algorithme de partitionnement d'un graphe de complémentarité 107
Structure de l'algorithme proposé 108
III.4. EXEMPLE D'APPLICATION 111
III.4.1. Fermeture transitive 111
III.4.2. Décomposition du graphe 113
Décomposition en composantes fortement connexes 113
Partitionnement vectoriel 113
Algorithme proposé 116
III.4.3. Tableau de comparaison des différentes approches 116
III.5. CONCLUSION 117

CHAPITRE IV : MODELISATION ET ANALYSE DE LA SIMILARITE DES COMPETENCES DANS UN RESEAU D'ENTREPRISES 119

IV.1. DEFINITION DE LA COMPETENCE DANS LE CADRE DE NOS TRAVAUX 120
IV.2. EVALUATION ET MODELISATION DE LA COMPETENCE 121
IV.3. SIMILARITE DES COMPETENCES ENTRE DEUX ENTREPRISES 121
IV.3.1. Proximité, ressemblance, similarité, dissimilarité et distance 121
Propriété 1 : La non négativité 122
Propriété 2 : La symétrie 123
Propriété 3 : La normalisation 123
Propriété 4 : Inégalité triangulaire 123
IV.3.2. Distance de Hamming 124
Distance de Hamming 124
Distance de Hamming relative 125
Distance de Hamming généralisée 125
Distance de Hamming généralisée relative 125
IV.3.3. Calcul de la distance entre deux entreprises 125
IV.3.4. Analyse des données pour la détection de sous-ensembles d'entreprises ayant des compétences similaires 126
Complémentarité entre analyse factorielle et classification 127
Analyse en composantes principales 127
Classification hiérarchique 129
IV.4. ETUDE D'UN EXEMPLE 130
IV.5. CONCLUSION 134

CHAPITRE V : CARTOGRAPHIE DES MODES DE COORDINATION PREFERENTIELS D'UN RESEAU D'ENTREPRISES 135

V.1. CARTOGRAPHIE ORGANISATIONNELLE D'UN RESEAU (REPRESENTATION GRAPHIQUE DU RESEAU) 136
V.2. LES DIFFERENTS TYPES DE RESEAUX 137
V.3. ELEMENTS DE BASE D'UNE CARTOGRAPHIE ORGANISATIONNELLE 138
V.4. METHODE DE CONSTRUCTION D'UNE CARTOGRAPHIE ORGANISATIONNELLE 139
V.5. EXEMPLE D'APPLICATION POUR LA CONSTRUCTION D'UNE CARTOGRAPHIE 140
V.5.1. Analyse de la similarité des compétences 140
V.5.2. Analyse de la complémentarité des activités 140
Résultats de la décomposition en composantes fortement connexes 140
Résultats du partitionnement vectoriel 141
Résultats de l'algorithme proposé 141
V.5.3. Construction de la cartographie 141
Cartographie obtenue par la méthode de décomposition en composantes fortement connexes 142
Cartographie obtenue par la méthode de partitionnement vectoriel 142
Cartographie obtenue par la méthode de l'algorithme proposé 143
V.6. REPRESENTATION MATRICIELLE 144
Décomposition en composantes fortement connexes 145
Partitionnement vectoriel 145
Algorithme proposé 146
V.7. INDICATEURS ET ALGORITHMES DE RECHERCHE 146
V.7.1. Indicateurs 146
Indicateur de densité des liens (DL) 146
Indicateur du score de centralité (SC) 147

V.7.2. Algorithmes de recherche *147*
Recherche de disjonctions 147
Recherche de sous-groupes d'entreprises complémentaires 148
V.8. ANALYSE ET UTILISATION DE LA CARTOGRAPHIE 148
V.9. CONCLUSION 150

PARTIE 3 : UTILISATION DU MODELE ET ANALYSE DYNAMIQUE 151

CHAPITRE VI : ANALYSE STATIQUE -ECART REEL/THEORIE- 153

VI.1. CONSTRUCTION DE LA CARTOGRAPHIE REELLE D'UN RESEAU D'ENTREPRISES 154
VI.1.1. Réseau Proactif et coopérations verticale et diagonale *155*
VI.1.2. Réseau Réactif et coopération horizontale *155*
VI.1.3. Construction de la cartographie réelle *156*
VI.2. EVALUATION DE LA DISTANCE ENTRE DEUX CARTOGRAPHIES 156
VI.2.1. Mesures de proximité entre parties d'un ensemble *156*
VI.2.2. Définition de la problématique *158*
Définition d'un l'ensemble Ω 158
Définition des ensembles CR et CT 159
Définition de la petite distance 159
Tableau ou matrice des différences (MD) 162
VI.2.3. Distance inter-cartographies *163*
VI.3. EXPLICATION DES ECARTS 163
VI.3.1. Ecarts liés aux paramètres contingents *164*
VI.3.2. Ecarts liés à la méthode de calcul (Modélisation) *165*
VI.4. METHODOLOGIE DE CALCUL DES ECARTS 165
VI.5. CONCLUSION 167

CHAPITRE VII : ANALYSE DYNAMIQUE ET EVOLUTION DES TRAJECTOIRES ORGANISATIONNELLES D'UN RESEAU D'ENTREPRISES 169

VII.1. TRAJECTOIRE ORGANISATIONNELLE 171
VII.2. MODELISATION DE LA TRAJECTOIRE ORGANISATIONNELLE 171
VII.2.1. Etat Initial *172*
VII.2.2. Action *172*
VII.2.3. Etat Intermédiaire *172*
VII.2.4. Etat Final *172*
VII.3. EVOLUTION DES MODES DE COORDINATION DANS UN RESEAU D'ENTREPRISES 173
VII.3.1. Un plan d'analyse *173*
VII.3.2. Les mutations possibles dans le plan d'analyse *174*
Dispersion d'un Réseau Proactif (transformation A) 174
Fusion dans un Réseau Proactif (transformation A') 175
Fusion dans un Réseau Réactif (transformation B) 175
Dispersion d'un Réseau Réactif (transformation B') 175
Evolution d'un Réseau Réactif vers un Réseau Proactif (transformation C) 175
VII.4. ANALYSE DES TRAJECTOIRES ORGANISATIONNELLES D'UN RESEAU D'ENTREPRISES 176
VII.4.1. Actions/Décisions *178*
VII.4.2. Objectifs *179*
VII.4.3. Risques *179*
VII.5. UTILISATION DE L'ARBRE DE SCENARIOS 180
VII.6. EXEMPLE D'ETUDES 180
VII.7. CONCLUSION 183

PARTIE 4 : APPLICATIONS ET LIMITES D'UTILISATION 185

CHAPITRE VIII : ETUDE PRATIQUE 1 187

VIII.1. DESCRIPTION DU CLUB 188
VIII.2. ENTRETIENS ET OBTENTION DES DONNEES 188
VIII.3. ECHANTILLON D'ETUDE ET DONNEES GENERALES 188
VIII.4. PARAMETRES CONTINGENTS 189
VIII.5. SIMILARITE DES COMPETENCES 191
VIII.6. COMPLEMENTARITE DES ACTIVITES 195
VIII.7. CONSTRUCTION DE LA CARTOGRAPHIE THEORIQUE 196
VIII.8. CARTOGRAPHIE DES MODES DE COORDINATION EFFECTIFS 197
VIII.9. ANALYSE ET DISCUSSION 200
VIII.10. CONCLUSION 200

CHAPITRE IX : ETUDE PRATIQUE 2 201

IX.1. PRESENTATION DU RESEAU AUTOMATIQUE SAVOIE ET HISTORIQUE 202
IX.1.1. Motivations de la mise en groupement 203
IX.1.2. La stratégie adoptée par l'alliance 204
IX.1.3. Création d'une nouvelle activité 204
IX.2. LES ENTRETIENS 204
IX.3. LES DONNEES RECOLTEES 205
IX.3.1. Section 1 : Renseignements sur l'entreprise 205
Les contrats 205
Les outils de communication 205
Connaissance antérieure 205
Fréquence des rencontres 205
IX.3.2. Section 2 : Renseignements sur les compétences 206
IX.3.2.1. Similarité des compétences il y a trois ans 206
IX.3.2.2. Similarité des compétences aujourd'hui 209
IX.3.2.3. Similarité des compétences dans trois ans 209
IX.3.3. Section 3 : Renseignements sur les activités 210
IX.3.3.1. Graphe de complémentarité "Il y a trois ans" 210
IX.3.3.2. Complémentarité des activités "Aujourd'hui" 211
IX.3.3.3. Complémentarité des activités "Dans trois ans" 212
IX.4. CONSTRUCTION DE L'ARBRE DE SCENARIOS 213
IX.4.1. Cartographie du réseau "Il y a trois ans" 213
IX.4.2. Cartographie du réseau "Aujourd'hui" 214
IX.4.3. Cartographie du réseau "Dans trois ans" 214
IX.4.4. Cartographies représentant la co-production (Objectif) 215
IX.4.5. Cartographies représentant les risques 215
IX.4.6. Identification des actions recommandées en termes de compétences et d'activités 216
IX.5. CONCLUSION 218

CHAPITRE X : PERSPECTIVES ET RETOUR SUR LE MODELE 219

SECTION I : RETOUR SUR LE MODELE 220
I.2. Application du cas d'étude "Automatique Savoie" 220
SECTION II: PERSPECTIVES 222
II.1. Diagnostics et recommandations 222
Exemple de mise en relation avec une typologie de systèmes d'information 223
II.2. Paramètres contingents 224

II.3. Analyse dynamique *224*
CONCLUSION 224

CONCLUSION GENERALE 227

ANNEXES 235

ANNEXE I : CONSTRUCTION DU QUESTIONNAIRE POUR LES ETUDES DE TERRAIN 237

I.1. MODE D'ADMINISTRATION DU QUESTIONNAIRE 238
I.2. CONTENU ET FORME DU QUESTIONNAIRE 238
I.2.1. Informations à collecter *239*
1er groupe : données générales 239
2ème groupe : données sur les activités et leurs inter-influences 240
3ème groupe : données sur les compétences 240
I.2.2. Forme et contenu du questionnaire *241*
I.3. CODAGE 241
I.3.1. Codage de la 1ère partie (renseignements généraux) *241*
I.3.2. Codage de la 2ème partie (renseignements sur les activités) *241*
I.3.3. Codage de la 3ème partie (renseignements sur les compétences) *242*
I.3.3.1. Contraintes relatives à la construction du questionnaire : 242
I.3.3.2. Contraintes relatives au calcul de distances : 242
I.3.3.3. Constitution du code ROME 243
I.3.3.4. Choix de la liste des compétences 243
I.3.3.5. Les questions posées et les listes proposées 245
I.3.3.6. Choix de la valeur α (fonction d'appartenance du degré «Niveau Moyen») . 246
I.4. CONCLUSION 251

ANNEXE II : LE QUESTIONNAIRE 252

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 261

Table des figures

Figure I-1 : Hiérarchie entre coordination et coopération 25
Figure I-2 : Evolution des théories économiques de l'entreprise 26
Figure I-3 : Positionnement de notre approche par rapport aux différentes théories 38
Figure I-4 : Structure d'un réseau d'après (Thoben et al. 2001) 39
Figure I-5 : Logique additive et complémentaire selon Heitz et Douard. 41
Figure I-6 : Grille de lecture proposée par Heitz et Douard 41
Figure I-7 : Types de relation inter-entreprises (Poulin et al. 1994) 44
Figure I-8 : Types de relation inter-entreprises (Frayret et al. 2003) 44
Figure I-9 : Tâches utilisant ou produisant des ressources 45
Figure I-10 : Interdépendances entre multiples Tâches et Ressources (Malone et al. 1994) 45
Figure I-11 : Processus autour de l'organisation du projet partagé (Villarreal 2005) 47
Figure I-12 : Typologie d'états groupement/projet partagé (Villarreal 2005) 48
Figure I-13 : Type de coopération par rapport à la chaîne de valeur (Thoben et al. 2001) 50
Figure I-14 : Modèle de cinq niveaux de la coopération, inspiré de (Frayret et al. 2003) 51
Figure I-15 : Exemple de représentation d'un réseau 53
Figure II-1 : Référentiel des modes de coordination selon les activités et les compétences 69
Figure II-2 : Les proximités entre entreprises 78
Figure II-3 : Paramètres contingents 83
Figure III-1 : Exemple d'un graphe de complémentarité 88
Figure III-2 : Degré de complémentarité de E_2 par rapport à E_1 90
Figure III-3 : Complémentarité directe 90
Figure III-4 : Complémentarité indirecte 90
Figure III-5 : Graphe de complémentarité directe 93
Figure III-6 : Fermeture transitive d'un graphe 93
Figure III-6 : Différence entre bi-partitionnement récursive et k-partitionnement 101
Figure III-7 : Exemple d'un graphe de complémentarité à 5 sommets 110
Figure IV-1 : Familles d'indices 122
Figure IV-2 : Arbre hiérarchique ou dendrogramme 129
Figure IV-3 : Evolution du Stress pour les dimensions 2 à 4 131
Figure IV-4 : Positionnement dans un espace à deux dimensions 132
Figure IV-5 : Classification hiérarchique 133
Figure V-1 : Représentations des différents types de réseaux. 137
Figure V-2 : Eléments de base pour la construction de la cartographie 138
Figure V-3 : Méthodologie pour la construction d'une cartographie 139
Figure V-4 : Cartographie pour une décomposition en composantes fortement connexes 142
Figure V-5 : Cartographie obtenue pour un partitionnement vectoriel 142
Figure V-6 : Cartographie obtenue pour l'algorithme proposé 143

Figure VI-1 : Exemple de deux cartographies réelle et théorique 159
Figure VI-2 : Représentation des petites distances dans le référentiel 160
Figure VI-3 : Exemple de petites distances 161
Figure VI-4 : Schéma de calcul de distance inter-cartographies 166
Figure VII-1 : Une trajectoire organisationnelle de base 172
Figure VII-2 : Modélisation d'une trajectoire organisationnelle 172
Figure VII-3 : Evolution des modes de coordination selon les activités et les compétences. 173
Figure VII-4 : Exemple d'un Arbre de Scénarios 176
Figure VII-5 : Cartographie "exemple de scénario" 177
Figure VII-6 : Arbre de scénarios d'un réseau de 3 entreprises 178
Figure VII-7 : Cartographie d'un réseau de 5 entreprises 181
Figure VII-8 : Arbre de décisions d'un réseau de 5 entreprises 182
Figure VIII-1 : Evolution du stress 193
Figure VIII-2 : Positionnement dans un plan à deux dimensions 193
Figure VIII-3 : Classification hiérarchique 194
Figure VIII-4 : Cartographie des modes de coordination potentiels 196
Figure VIII-5 : Une première représentation 198
Figure VIII-6 : Cartographie des modes de coordination effectifs 199
Figure IX-1 : Evolution du Stress "Il y a trois ans" 207
Figure IX-2 : Positionnement sur un plan à 2 dimensions "Il y a trois ans" 208
Figure IX-3 : Classification hiérarchique "Il y a trois ans" 208
Figure IX-4 : Cartographie du réseau Automatique Savoie "Il y a trois ans" 213
Figure IX-5 : Cartographie du réseau Automatique Savoie "Aujourd'hui" 214
Figure IX-6 : Cartographie du réseau Automatique Savoie "Dans trois ans" 214
Figure IX-7 : Cartographie illustrant une situation de coproduction 215
Figure IX-8 : Cartographie représentant un risque 215
Figure IX-9 : Arbre de scénarios du réseau Automatique Savoie 217
Figure X-1 : Cartographies du réseau Automatique Savoie 221
Figure AI-1 : Exemple de recouvrements pour $\alpha = 0.5$ 248
Figure AI-2 : Exemple de trous pour $\alpha = 0.9$ 248
Figure AI-3 : Illustration des phénomènes de trous et recouvrements pour un cas général 249
Figure AI-4 : M en fonction de α 250

Résumé : Dans le cadre de l'émergence des nouvelles formes organisationnelles (réseau d'entreprises, entreprise virtuelle, entreprise entendue, …) ce travail s'intéresse plus particulièrement aux groupements de PME. Dans un environnement économique de plus en plus instable caractérisé par une concurrence accrue, les entreprises sont appelées à faire face et à répondre en conséquence pour rester concurrentielle. La coopération au sein d'une structure organisationnelle est devenue une option incontournable pour les PME. Cependant, cette option comporte des risques et doit être maîtrisée et pilotée pour être efficace et pertinente. Les entreprises doivent donc s'appuyer sur des outils et méthodes pour rationaliser leurs différents choix et prendre les bonnes décisions lors de situations critiques. Cette thèse vient s'inscrire dans cette problématique.

L'objet de ce travail est de formaliser les liens de coopération inter-entreprises au sein de réseaux de PME, et de représenter leurs trajectoires d'évolution. Cette formalisation se traduit par la construction d'une cartographie organisationnelle des modes de coordination potentiels du réseau. L'évolution de cette cartographie est représentée par un arbre de scénarios. Cette modélisation est basée sur les caractéristiques structurelles des entreprises. Deux critères clés sont identifiés pour le choix d'un mode de coordination entre deux PME : la similarité des compétences et la complémentarité des activités. Ces deux critères sont appuyés par des paramètres explicatifs qui viennent enrichir l'approche proposée (paramètres internes, paramètres relationnels, proximités, …).

Finalement, un outil d'aide à la décision pour les managers et les divers acteurs économiques est proposé pour détecter des liens de coopération potentiels dans un réseau. Il permet de proposer des préconisations pour piloter la trajectoire organisationnelle du réseau.

Deux études de cas viennent confronter la méthodologie proposée à la réalité.

Mots clés : Réseau d'entreprises, structure organisationnelle, coordination, coopération, trajectoire organisationnelle, compétences, activités, cartographie, complémentarité, théorie des graphes, aide à la décision.

Abstract: The emergence of new forms of industrial organization has been well observed so far. Many terms appeared to designate different evolutions of the traditional boundaries of firms: inter-enterprise networking, extended enterprise, agile virtual enterprise, and so on. Amongst all these new industrial architectures, this study focuses on networks of SMEs where firms are grouping together to achieve common goals, but strongly preserving their juridical independence. These new organisations need tools helping them to find out the most efficient organisational structure to be more competitive.

This study provides a methodology to characterize objectively co-operation links and to identify potential ties for enterprise networks. It is based on a theoretical approach combining complementarity of activities and similarity of competences within firms. These two parameters are used to identify the preferential coordination mode between two enterprises within the network. An organisational map is plotted describing potential relationships within a group of firms.

The evolution of the network is represented by a scenario tree according to an initial position and to possible changes of competencies and activities. It offers an efficient decision-making aid to the manager.

Two case studies are presented to confront the proposed methodology to the reality.

Keywords: Network of firms, organisational structure, co-ordination, co-operation, organisational trajectory, activity, competence, cartography, complementarity, graph theory, decision making.