

POUVOIR ET CONTRAINTE : MANAGER SES ALLIANCES DANS DES RESEAUX COMPLEXES 'SANS ECHELLE' ET DE 'PETIT MONDE'

Brigitte GAY (*)

b.gay@esc-toulouse.fr

(*)Group ESC Business School, 20, bd Lascrosses, BP 7010 - 31068 Toulouse Cedex 7

France

Mots clefs :

Veille scientifique et technologique, stratégie, réseaux, innovation, alliances, biotechnologie

Keywords:

Scientific and technical observation, strategy, innovation, alliances, biotechnology

Résumé

La performance des organisations résulte d'un construit collectif fait, en particulier, d'interactions entre partenaires. La prolifération des alliances interentreprises est l'un des phénomènes les plus marquants de ces dernières années. Cette prolifération de contrats, vue dans son ensemble, et non au niveau de l'entreprise seule, montre la formation de réseaux complexes à l'intérieur desquels les entreprises s'encastrent. La question du positionnement de l'acteur/entreprise dans ces réseaux qui constituent des univers concurrentiels complexes et instables est donc une question stratégique essentielle. De ce positionnement va résulter ou non l'autonomie de la firme et son contrôle possible de segments industriels, ainsi que la performance de l'entreprise. Du positionnement des autres acteurs du réseau va résulter une contrainte, permanente, exercée sur l'entreprise. Une balance entre contrainte et pouvoir existe donc à tout moment sur les marchés. Par une étude évolutive, nous montrons ici, en empruntant les outils des sociologues et ceux des mathématiciens et physiciens sur les réseaux, qu'il est possible de mesurer le positionnement d'entreprises et la perte ou la prise de pouvoir, garant de la performance.

1 Introduction

La prolifération des alliances dans l'ensemble des industries est l'un des phénomènes les plus marquants qui se soit produit dans l'environnement concurrentiel des entreprises ces dernières années. Elle s'explique en particulier par la mondialisation des échanges et l'évolution rapide et soutenue de technologies. Avec l'accroissement de la diversité et de la complexité des compétences technologiques, la combinatoire des innovations possibles est énorme et impose le recours à l'alliance ; elle rend obsolètes ou trop problématiques les développements en interne et les nouveaux investissements à long terme nécessaires pour acquérir les capacités indispensables et accéder à de nouvelles opportunités. La performance d'une entreprise dépend donc de la façon dont elle accède à des ressources au travers de réseaux : incapable de se positionner à temps, l'entreprise manque des opportunités importantes.

Miles et Snow (1986) ont écrit que cette nouvelle forme d'organisation, le réseau dynamique, était apparue comme étant la résultante majeure de la recherche de nouvelles approches concurrentielles. Les termes 'réseau dynamique' ont été utilisés pour souligner qu'un réseau composé d'acteurs individuels (les entreprises) pouvait être assemblé, déployé, défait, au travers des frontières organisationnelles et nationales de manière à répondre à des enjeux concurrentiels complexes et changeant (Miles and Snow, 1994). Défini par Thorelli (1986), le réseau est «le résultat d'un processus d'adaptation et d'évolution, sorte d'armistice entre la volonté stratégique des acteurs et les forces en présence dans le contexte organisant». Froehicher (1998) signale l'importance, au niveau macroéconomique, de ces modes de coopération entre entreprises en les identifiant à un réservoir de compétitivité pour les nations.

L'idée selon laquelle les relations entre individus forment un réseau complexe qui contraint l'individu ou, au contraire, lui est utile, a été développée plus particulièrement au début du 20^{ème} siècle en sociologie, en anthropologie, et en psychologie. La sociologie se concentrant plutôt sur la personne en tant qu'acteur social, a surtout cherché à comprendre la structure des liens de l'individu ou « capital social ». La plupart des études a donc porté sur des réseaux d'assez petite taille. Plus récemment, les progrès informatiques ont permis l'analyse de réseaux de grande taille ou réseaux complexes. Cette analyse est essentiellement l'apanage des mathématiciens et des physiciens. Ces travaux ont donné lieu à l'émergence de modèles théoriques et, grâce à ceux-ci, à l'étude d'un petit nombre de réseaux empiriques complexes très différents comme le World Wide Web, l'Internet, les interactions intermoléculaires en biologie, ou des réseaux d'alliances interentreprises (Barabási and Albert, 2002 ; Dorogovtsev and Mendes, 2002 ; Newman, 2003). Ces recherches ne s'intéressent pas, comme en sociologie, à l'acteur focal mais à l'ensemble des acteurs et, essentiellement, à la structure de l'ensemble des liens. Les deux domaines, sociologie et mathématique des réseaux, bien qu'ils communiquent peu, sont très complémentaires puisqu'ils permettent, l'un, la vision globale de la toile complète à l'intérieur de laquelle un agent est encastré, alors que l'autre va tenter de répondre aux questions de positionnement de l'individu, et de la pertinence de la structure du réseau à son voisinage.

Jusque là, peu d'économistes ou stratégestes ont contribué à l'étude des réseaux bien que le mot 'réseau' ait été employé de manière pléthorique pour désigner souvent, par exemple, de simples dyades. Un intérêt croissant pour ces travaux a néanmoins lieu grâce à des articles récents, qui, bien qu'utilisant des techniques économétriques classiques, ont démontré le lien entre centralité de l'acteur (nombre de collaborations directes et indirectes entre entreprises) et performance.

Cet article montre qu'en empruntant aux outils et méthodes des sociologues et des physiciens et mathématiciens il est possible d'analyser des réseaux complexes d'interactions (contrats) interentreprises, la prise ou la perte de pouvoir d'acteurs/firmes au sein de ces réseaux mondiaux, et les contraintes

exercées dans le temps par l'ensemble des acteurs sur une entreprise. Les analyses de structures de réseau permettent ainsi de comprendre la cohérence de la stratégie d'une entreprise et la pertinence de sa position dans un segment donné, ou dans l'ensemble des segments de ou des industries dans lesquels elle est impliquée.

2 Méthodologie

Le logiciel *Tétralogie*, développé à l'IRIT pour la veille stratégique, a été utilisé pour le traitement des données et la visualisation graphique des résultats (Dousset, 2003). La liste des alliances est considérée comme une population de documents, deux acteurs (entreprises)¹ sont considérés co-occurents s'ils sont présents dans une même alliance (il peut y avoir plus de deux acteurs par alliance). L'ensemble de ces cooccurrences est dénombré dans une matrice carrée croisant, deux à deux, les acteurs concernés. Cette matrice est ensuite éclatée par période pour l'étude évolutive. La technique de dessin de graphe utilisée, basée sur les notions d'attraction entre sommets liés et de répulsion globale, est dérivée de l'algorithme de Fruchterman (1991). En simulant des frottements qui diminuent progressivement l'énergie initiale, le graphe se stabilise sous une forme plus lisible. Un point de départ favorable est obtenu en triant les sommets ou acteurs par classes connexes puis par blocs diagonaux à l'intérieur de chaque classe. Il suffit alors de les distribuer dans cet ordre sur une ellipse avant de lancer l'algorithme. De plus, une action sur le paramètre de répulsion permet d'optimiser l'utilisation de la surface de tracé.

Des propriétés de réseau (mesures de centralité, de contrainte) ont aussi été calculées sur plusieurs périodes pour mesurer le capital social d'acteurs (entreprises) et leur évolution. Les mesures de centralité de degré et de contrainte privilégient le point de vue local. La centralité de degré mesure l'activité d'échange de chaque nœud alors que la contrainte mesure la capacité du nœud à contrôler ses communications à son voisinage. La communication du nœud à travers l'ensemble du réseau est prise en compte avec deux autres mesures de centralité, la centralité d'intermédiation et celle de proximité.

Plus précisément, une entreprise est dite centrale si elle est fortement connectée aux autres membres du réseau. La centralité d'une entreprise a été souvent associée au pouvoir. La notion de centralité permet de préciser la position dominante d'un acteur, ou nœud, dans le réseau (Freeman, 1979). Elle se décline en trois principaux types qui permettent d'affiner la relation entre centralité et pouvoir.

– La centralité de degré C_d exprime l'intensité des liens directs que possède un nœud. La centralité de degré consiste simplement à mesurer le nombre de connexions d'une entreprise aux autres. On calcule pour chaque entreprise un index de centralité normé, en divisant son score de centralité absolue par la centralité maximale. La valeur 1 correspond à la centralité maximale et est donc atteinte par l'entreprise qui domine le plus complètement le réseau, la valeur 0 correspondant à un nœud isolé.

¹ Dans la terminologie des réseaux, les termes acteurs, sommets, nœuds, agents sont utilisés souvent indifféremment. Les liens entre les sommets sont aussi appelés des arêtes, etc. et correspondent à des alliances/contrats dans notre étude, les différents termes 'acteurs, sommets, nœuds, agents' nommant ici l'entreprise.

– La centralité de proximité C_p identifie les nœuds les plus rapidement joignables par l'ensemble des autres nœuds. On calcule l'inverse de la somme des distances d'un nœud à tous les autres nœuds. Les points les plus éloignés de l'ensemble des autres sont les moins centraux. En faisant intervenir la centralité de proximité qui examine non plus les seules alliances d'une entreprise mais la proximité de l'entreprise à l'ensemble des membres du réseau, on peut montrer que plus un acteur est proche des autres, plus il est proche des sources de pouvoir, de prestige, d'information ou d'influence. La centralité de proximité est ainsi une mesure plus globale que la mesure de la centralité de degré.

– La centralité d'intermédiarité C_i mesure combien de fois un nœud se trouve sur les chemins géodésiques de toutes les autres paires de nœuds. Elle met l'accent sur les nœuds qui constituent des points de passage obligés pour circuler dans l'ensemble du réseau et qui sont donc en position de contrôler l'information.

Nous avons mesuré ces propriétés en utilisant les travaux de Freeman (1977, 1979) et l'algorithme de Brandes pour la centralité d'intermédiarité (Brandes, 2001). Les formules permettant de calculer les propriétés de graphes ont été décrites dans plusieurs ouvrages (voir par exemple, Degenne et Forsé, 1994).

Enfin, dans plusieurs travaux séminaux, Burt a inventé le terme de 'trou structural' pour évaluer des aspects fondamentaux du positionnement, avantageux ou non, des acteurs en fonction de la manière dont ceux-ci sont encastrés dans les réseaux à leur voisinage. Dans son livre 'Structural Holes' (Burt, 1992) a décrit un ensemble de mesures. La contrainte est une des mesures qui permet d'évaluer la présence ou non de trous structuraux au voisinage de l'acteur. Les calculs effectués pour mesurer la contrainte qui pèse sur chaque acteur permettent par réciprocity d'évaluer son degré d'autonomie. La contrainte varie en sens inverse du nombre de liens de l'acteur mais avec la densité et la hiérarchie. La contrainte est donc forte pour les réseaux de petite taille (nombre de liens faible), denses (les acteurs sont trop fortement interconnectés entre eux), et/ou hiérarchiques (les relations directes ou indirectes entre individus sont concentrées autour d'un unique contact central). La contrainte est nulle dans les grands réseaux de contacts non redondants. Plus un individu est contraint et moins il est autonome.

3 L'entreprise dans le réseau complexe

Depuis cinq ans environ, les études plus récentes, qui s'intéressent non pas à un acteur mais à l'ensemble des acteurs et de leurs liens dans des réseaux complexes (World Wide Web), sont le fait de physiciens et de mathématiciens (Newmann 2003) et s'intéressent aux propriétés génériques de réseaux macros et à leur modélisation.

Un grand nombre de systèmes importants, extrêmement différents les uns des autres, comme le World Wide Web, Internet, des réseaux sociaux, économiques, ou biologiques, forment des assemblages dont la structure est complexe. Le désir de comprendre ces 'maillages denses' a conduit la communauté scientifique à étudier l'évolution des mécanismes qui déterminent leur topologie et affecte leur fonction et leur comportement dynamique. De plus, les chercheurs expriment de plus en plus le besoin de sortir des approches réductionnistes; ils essaient de regarder un système dans son ensemble, passant par exemple de l'analyse, en biologie, de la fonction d'une protéine unique à celle de la protéine insérée dans un réseau d'interactions protéines-protéines, ou de l'analyse en

économie de la transaction, une simple dyade, à celle des marchés à l'intérieur desquels l'entreprise est encastrée et peut exercer du pouvoir ou, au contraire, être dominée.

De manière importante, la structure des réseaux réels n'est pas aléatoire. De plus, des réseaux extrêmement différents ont en commun des propriétés statistiques comme des distributions fortement asymétriques de la centralité de degré (modèles 'sans échelle'), c'est à dire que la distribution des degrés est approximée par une loi de puissance, $P(k) \sim k^{-\gamma}$, ou γ est l'exposant de la distribution des degrés. Beaucoup de réseaux très dissemblables ont aussi des propriétés de 'petit monde' (Barabási and Albert, 2002; Dorogovtsev and Mendes, 2002). Le plus souvent, des statistiques basiques ont été réalisées incluant le calcul systématique des trois propriétés nécessaires pour décrire les modèles 'sans-échelle' et 'petit-monde', essentiellement: l'exposant γ de la distribution des degrés si cette distribution suit une loi de puissance, le coefficient de clustering², et le chemin géodésique moyen³. Pour Watts et Strogatz (1998), pour avoir un réseau de « petit monde », il suffit en effet d'un très faible pourcentage de "raccourcis" aléatoires entre nœuds du réseau, de manière à avoir un coefficient de clustering élevé (qui traduit une cohésion dans les interactions entre nœuds voisins) en même temps qu'une circulation rapide des flux à travers l'ensemble de la structure. Dans un réseau « sans échelle », il n'y a pas de moyenne significative du nombre de liens. Le nombre de nœuds ayant un nombre donné de connections simplement diminue quand le nombre de noeuds augmente. La plupart des noeuds sont reliés au réseau par un petit nombre de liens. Au contraire des réseaux exponentiels, il y a un nombre limité de noeuds ayant beaucoup de connections. Ces différentes structures peuvent influencer sur la rapidité de transmission des flux (informations, technologies, produits, etc....) et, de façon générale, sur le degré de réactivité du réseau.

Dans la recherche sur les alliances, le terme de réseau est utilisé pour décrire les relations inter entreprises. D'un point de vue méthodologique, le noeud est alors l'entreprise et le lien entre deux entreprises représente l'alliance. D'un point de vue économique, stratégique, sociologique, socioéconomique, etc, le terme de réseau a été utilisé de manière assez imprécise, nommant parfois la dyade seule, parfois l'acteur focal et son réseau égocentrique (jusqu'au réseau de niveau 2 qui décrit les interactions de l'acteur focal avec ses partenaires et les interactions de ses partenaires entre eux) et ainsi plus généralement son

² Le coefficient de clustering permet d'estimer l'intensité du regroupement des nœuds/acteurs entre eux. Il peut être défini ainsi: soit un acteur i lié directement à z_i autres acteurs (ses premiers voisins). Il existe alors parmi ses premiers voisins au plus $z_i \times (z_i - 1) / 2$ liens lorsque le voisinage est complètement connecté. C_i mesure la part des liens observables dans le voisinage de i . C est la moyenne des C_i sur tous les individus de la population. C donne donc une mesure de la probabilité que deux partenaires d'un acteur soient également partenaires.

³ Une autre caractéristique essentielle du réseau est son étendue qui suppose d'utiliser d'un indicateur de distance entre les acteurs. Il est possible de se référer à la distance géodésique. Entre deux acteurs i et j , il s'agit de la plus courte distance les séparant L_{ij} .

La distance géodésique moyenne d'un individu i , L_i , est la somme des distances géodésiques liant i à tous les autres membres de sa composante, le tout rapporté au nombre d'acteurs liés à i . La distance géodésique moyenne du réseau, L , correspond à la moyenne des distances géodésiques individuelles de tous les acteurs du réseau.

voisinage proche (mesure de la contrainte, de la redondance de cliques⁴, etc). Les résultats des différentes recherches apparaissent donc souvent contradictoires ou sont potentiellement trompeurs.

Une perspective « réseau » en recherche sur les alliances implique en fait une analyse non seulement des liens au voisinage de l'entreprise, mais aussi celle de l'ensemble des liens formés par toutes les entreprises dans une industrie ou un secteur industriel. En effet, l'entreprise décide d'interactions spécifiques avec des partenaires industriels donnés à des fins stratégiques. Par ailleurs, l'ensemble des liens formés par l'ensemble des entreprises dans un secteur donné forme une « image » de ce secteur à un instant t: l'ensemble des entreprises qui ont investi dans ce secteur, comment elles interagissent entre elles, etc.), celles qui prennent une position centrale. Dans ce cas, la mesure de propriétés de réseaux, comme l'exposant γ , la centralité de degré, le coefficient de clustering, ou le chemin géodésique moyen, doit se faire en évolutif à l'intérieur des secteurs industriels dont la dynamique d'alliances contraint en effet nécessairement la structure.

Dans l'industrie des biotechnologies par exemple, l'entreprise s'appuie sur des compétences idiosyncrasiques (scientifiques, technologiques, etc.) ou financières (dans ce cas, elle accède essentiellement à des ressources technologiques, scientifiques, ou des produits) pour former des alliances. L'image globale de ces interactions révèle des 'signatures' structurales temporelles intra- et inter- sectorielles (Gay, 2006). Ces structures sont aussi simultanément « sans échelle », avec peu d'acteurs centraux, et de « petit monde ». Elles permettent ainsi la diffusion rapide des ressources venant des différents acteurs sur l'ensemble de la structure, c'est-à-dire dans l'ensemble d'un secteur ou d'une industrie. Les variations globales observées dans les mesures de l'exposant γ et du chemin moyen le plus court entre deux acteurs suivent les évolutions technologiques de secteurs (Gay, 2005).

Bien qu'elles soient essentielles, il y a eu encore peu d'études sur les réseaux d'alliances, leur dynamique et la position évolutive de l'entreprise dans ces réseaux. La complexité de l'approche est illustrée en figure 1.

Sur cette figure qui représente un réseau d'alliances interentreprises dans un secteur majeur de l'industrie des biotechnologies, les entreprises sont les nœuds d'un maillage constitués par l'ensemble des contrats faits par l'ensemble des entreprises à un temps donné. Pour comprendre la position d'un nœud dans cet univers complexe, quatre éléments sont essentiels, l'identité propre au nœud, celle du lien, mais aussi l'identité du pattern de liens de chaque nœud (réseau égocentrique), et enfin l'encastrement de l'acteur dans l'ensemble, le tout co-évoluant de manière dynamique. Si l'acteur/nœud essaie de se positionner de manière avantageuse dans le système et essaie de le contraindre, il est aussi, à tout instant, soumis à la pression de l'environnement (ensemble des jeux d'alliances de tous les acteurs). A chaque instant, il sera dominant ou dominé.

⁴ Une clique est un sous-graphe complet maximum : à l'intérieur de ce sous-graphe, chaque sommet est directement relié à tous les autres.

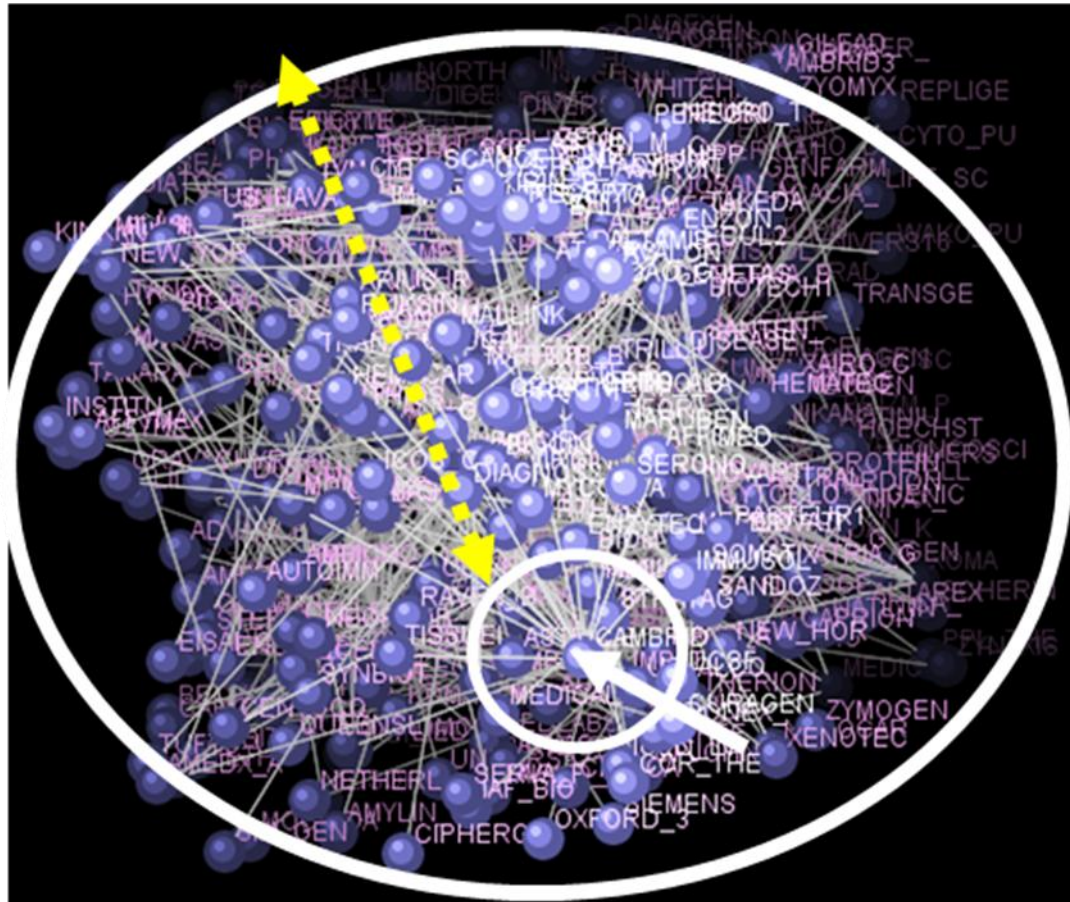


Fig. 1. Représentation d'un secteur de l'industrie des biotechnologies sur une période de 6 ans. Le nœud représente l'entreprise et un trait entre deux nœuds une alliance entre deux entreprises. Le réseau complexe est constitué de l'ensemble des alliances faites par les entreprises sur la période étudiée. Comme les cercles et les flèches l'indiquent, il est important de suivre l'acteur focal, son réseau égocentrique, le réseau global, et la coévolution des trois pour comprendre le positionnement de l'entreprise et la contrainte qu'exercent l'ensemble des acteurs sur l'entreprise.

Un exemple de positionnement d'acteurs/firmes sur un segment donné d'une industrie est donné dans les figures 2 et 3. Dans ces figures, le graphe connexe⁵ du réseau des alliances est présenté sur 2 périodes de manière à montrer la domination d'acteurs en première période et la perte de pouvoir qui s'ensuit. Sur les graphes, l'histogramme des alliances pour chaque nœud est représenté et permet ainsi de voir, pour chaque entreprise, si celle-ci fait des alliances dans les deux périodes ou dans l'une seulement, ainsi que l'étendue de cette participation (normalisée par rapport à l'acteur le plus central sur la période). Cette donnée est importante en analyse stratégique parce que peu d'acteurs sont capables de participer à plus d'une phase. Dans les industries où l'innovation est très forte, le turn-over des acteurs est fort, et l'obsolescence des technologies très rapide. Dans les deux figures, l'ensemble des acteurs présents sur la totalité de la période est présent sur chaque graphe, ce qui permet de voir la quantité d'acteurs mobilisée réellement à chaque instant. Trois acteurs concurrents, A, B, et C, sont très clairement dominants en première période. Cette domination décroît en deuxième période en même temps que l'émergence de nouveaux acteurs devient évidente.

⁵ Un graphe est dit connexe s'il existe pour chaque paire de noeuds une chaîne reliant chacun des deux noeuds.

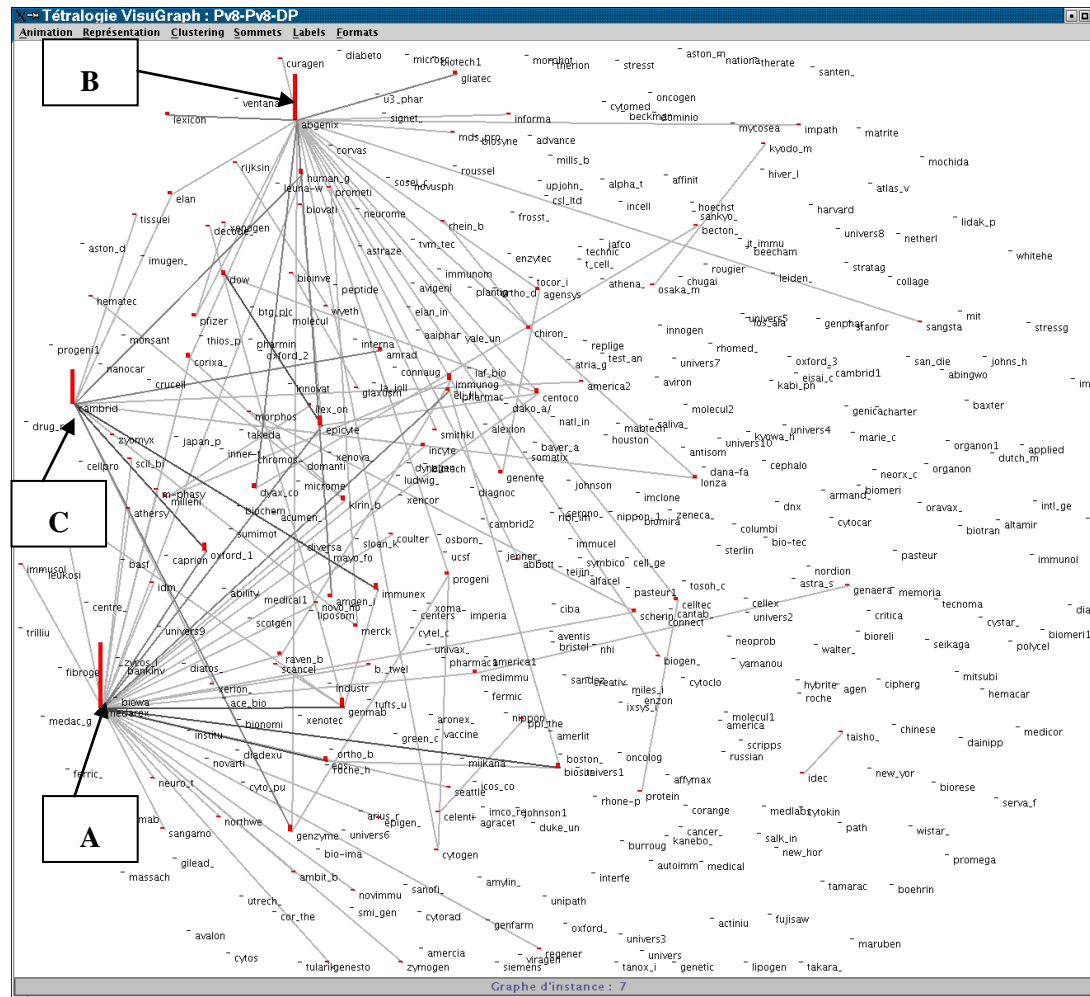


Fig 2 : Graphe connexe des alliances dans un secteur industriel sur la première période. Les trois entreprises A, B, et C, dominent très clairement le secteur.

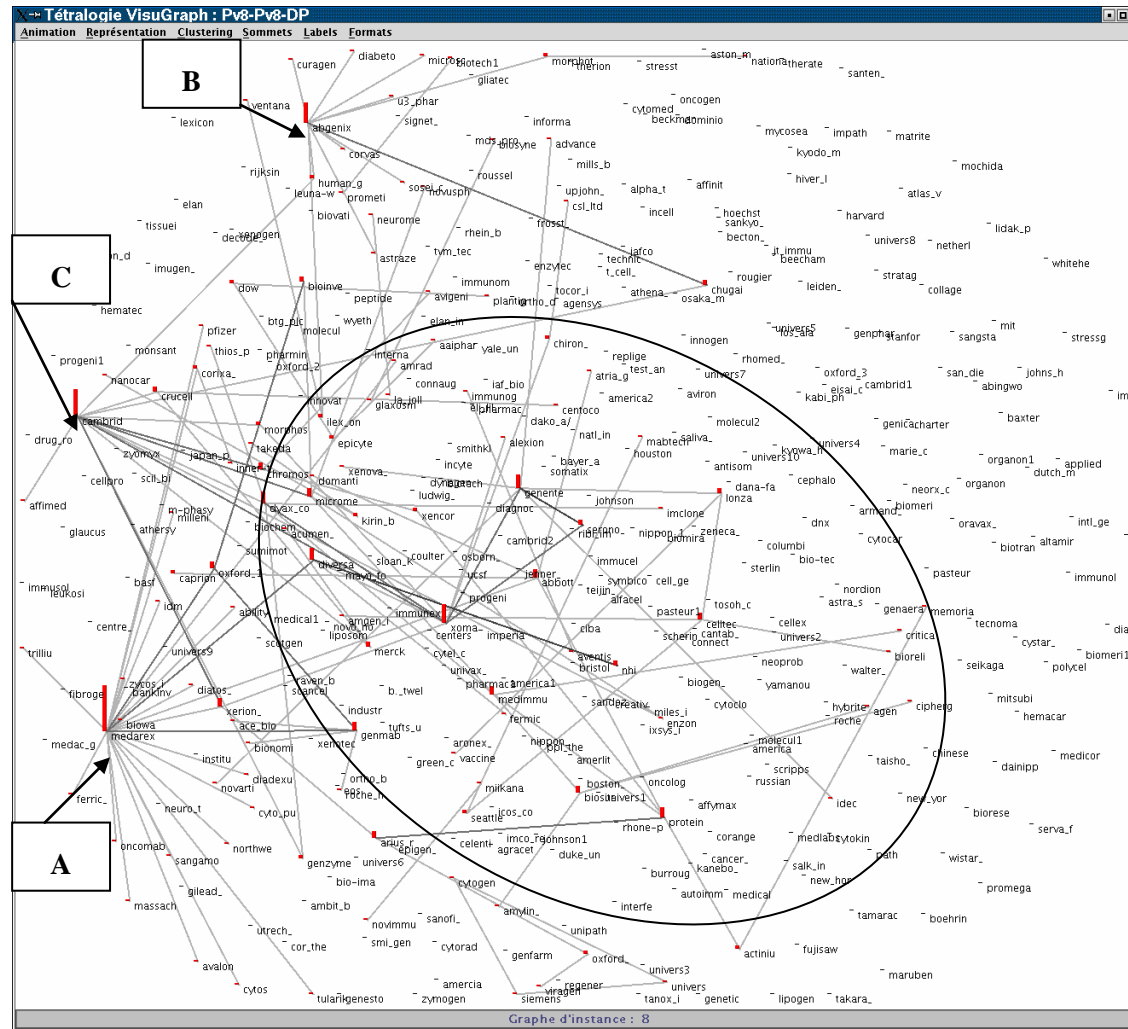


Fig 3 : Graphe connexe des alliances dans un secteur industriel la 2ème période. Le graphe montre la diminution de la centralité de degré pour les trois firmes en même temps que l'émergence de nouvelles firmes concurrentes (encerclées dans le graphe).

Dans le chapitre suivant, nous nous attachons à mesurer le capital social des trois entreprises qui dominent le réseau, en particulier dans la première période. Il s'agit, en empruntant aux outils des sociologues, d'essayer de traduire des actions stratégiques concrètes (leurs contrats avec des partenaires) de firmes concurrentes en une mesure de 'capital' qui donne une vision de l'autonomie des acteurs, et donc de leur pouvoir et capacité à contrôler le réseau. D'autres bénéfices attendus sont la capacité, par des mesures de la signature structurale idiosyncrasique des acteurs, de différencier des entreprises qui ont, *a priori*, une centralité de degré, et donc une performance potentielle, fortes.

4 Le capital social de l'entreprise

Le capital social d'un acteur est fonction de son degré d'autonomie. Etre autonome signifie disposer de capacité stratégique, avoir accès à des ressources liées à la position que l'on occupe au sein du réseau.

Il existe deux attributs fondamentaux de la position structurale de l'acteur focal : la centralité et les trous structuraux. Il est en effet indubitable que les acteurs centraux occupent une position privilégiée dans les échanges qui se traduit en termes de pouvoir. Le capital social d'un acteur est aussi fonction de son degré d'autonomie. Une idée fondamentale de l'analyse des réseaux est que la structure des relations contraint les comportements en même temps qu'elle offre des opportunités. Pour Burt (1992), la structure sociale de la concurrence donne l'opportunité aux acteurs de jouer sur la nature des relations dans lesquelles ils sont encastrés. Ses théories s'appliquent donc aux systèmes relationnels dans lesquels les individus sont en compétition. Le capital social, ou relationnel, est 'l'arbitre final quant au succès d'un acteur dans un système concurrentiel' et une 'variable critique' dans la définition du niveau de retour sur investissement d'un acteur. L'acteur retire de son jeu de relations des bénéfices informationnels (l'information obtenue à travers ses contacts n'est pas redondante) en même temps que des bénéfices de contrôle (il reste maître du jeu). La situation optimale (maîtrise de l'information et contrôle de ses liens par l'acteur) est celle qui est définie par la présence de « trous structuraux », i.e. par la non redondance des contacts. Un individu est d'autant plus autonome que ceux auxquels il est relié ne sont pas liés entre eux ni équivalents. Burt mesure l'autonomie de l'acteur par son inverse, la contrainte exercée sur l'acteur par son réseau relationnel.

Dans une étude empirique concernant des directeurs dans une grande entreprise américaine de haute technologie, Burt a confronté le capital social et le capital humain. Les revenus du capital humain sont supérieurs pour les acteurs riches en capital social. Burt montre que des différences dans le capital social des directeurs entraînent leur promotion plus ou moins rapidement. Ces différences s'expliquent en particulier par l'existence ou non de trous structuraux entre leurs contacts (Burt, 2000).

Nous avons réalisé des études, équivalentes à celle de Burt sur des acteurs sociaux importants (les directeurs de l'entreprise de haute technologie), en regardant le capital social des trois entreprises qui dominent le secteur en figure 2. Parce que l'environnement des entreprises est instable, nous avons fait les calculs sur deux périodes, les mêmes que pour les figures 2 et 3. Nous avons aussi accompagné ces calculs de calculs sur la centralité des acteurs, en mesurant les centralités de degré, d'intermédiation, et de proximité, de manière à regarder la position de l'acteur au sein de son réseau égocentrique mais aussi sur l'ensemble du réseau analysé.

Dans les tableaux 1 et 2, les mesures de centralité (C_d , C_i , et C_p) et de contrainte pour les trois entreprises A, B, et C vues en figure 2 sont calculées sur les deux périodes successives. En période 1 où les 3 entreprises concurrentes dominent le réseau, elles ont une forte centralité de degré, d'intermédiarité, et de proximité qui traduisent effectivement le contrôle du réseau, et donc du secteur, par les trois entreprises.

En 2ème période, bien qu'elles dominent encore le réseau, la perte de leur pouvoir se traduit par une diminution de leur centralité de degré. Pour les acteurs A et B, cette diminution de la centralité de degré se traduit logiquement par une augmentation de la contrainte.

Tableau 1. Mesure des propriétés de centralité et de contrainte des 3 entreprises sur la première période

Période 1	Centralité			Contrainte
Entreprise	<i>C_d (rang)</i>	<i>C_i (rang)</i>	<i>C_p (rang)</i>	
<i>A</i>	0.3 (1)	0.37 (1)	0.36 (1)	0.034
<i>B</i>	0.2 (2)	0.26 (2)	0.32 (2)	0.051
<i>C</i>	0.15 (3)	0.18 (3)	0.3 (3)	0.07

Tableau 2. Mesure des propriétés de centralité et de contrainte des 3 entreprises sur la 2^{ème} période

Période 2	Centralité			Contrainte
Entreprise	<i>Cd (rang)</i>	<i>Ci (rang)</i>	<i>Cp (rang)</i>	
A	0.17 (1)	0.2 (1)	0.21 (5)	0.051
B	0.07 (3)	0.09 (5)	0.15 (55)	0.097
C	0.09 (2)	0.17 (2)	0.23 (1)	0.141

La mesure des propriétés de centralité de proximité révèle que l'entreprise B est en train de se déconnecter en deuxième période du secteur (elle passe du rang 2 au rang 55), malgré une centralité de degré encore forte. La centralité d'intermédiation chute aussi. Pour l'acteur C, la seule diminution de la centralité de degré ne peut pas expliquer à elle seule l'augmentation très forte de contrainte observée, beaucoup plus forte que celle constatée pour l'entreprise B pour un nombre d'alliances équivalent. Une analyse par cartographie des réseaux égocentriques des trois acteurs sur les deux périodes montre pour l'entreprise C, en 2^{ème} période, une diminution très forte des trous structuraux (Figure 3). La mesure de contrainte reflète donc la très faible autonomie structurale de l'acteur C en 2^{ème} période (forte densité, forte hiérarchie), malgré un très bon positionnement en terme de centralité (Cd, Ci, et Cp).

Une analyse évolutive des propriétés de réseaux pour les trois acteurs montre donc qu'un seul des acteurs, l'entreprise A, est autonome et contrôle le réseau à son voisinage, ou sur l'ensemble du secteur, sur les deux périodes. La baisse de la centralité de degré de cet acteur en 2^{ème} période marque cependant la baisse de son pouvoir. L'apparition d'acteurs émergents, porteurs de technologies nouvelles (Figure 3, période 2) est en conformité avec ce résultat. Les deux autres acteurs ont des défauts de positionnement patents en 2^{ème} période.

Depuis cette analyse, arrêtée début 2004, les entreprises B et C ont été rachetées (fin 2005 pour l'entreprise B, et en juin 2006 pour l'entreprise C), tandis que l'entreprise A reste autonome, en accord avec le modèle théorique de Burt et les travaux des positionnistes en (socio)économie. En terme de performance, des

études précédents les achats des entreprises B et C avaient montré une performance, en nombre de produits dans la chaîne de valeur des différentes firmes, meilleure pour l'entreprise A (deux fois plus de produits pour l'entreprise A que pour les entreprises B et C). Ces résultats montrent l'importance des stratégies d'alliances pour assurer un positionnement continu et compétitif de l'entreprise dans le réseau, garantie de la performance de l'entreprise.

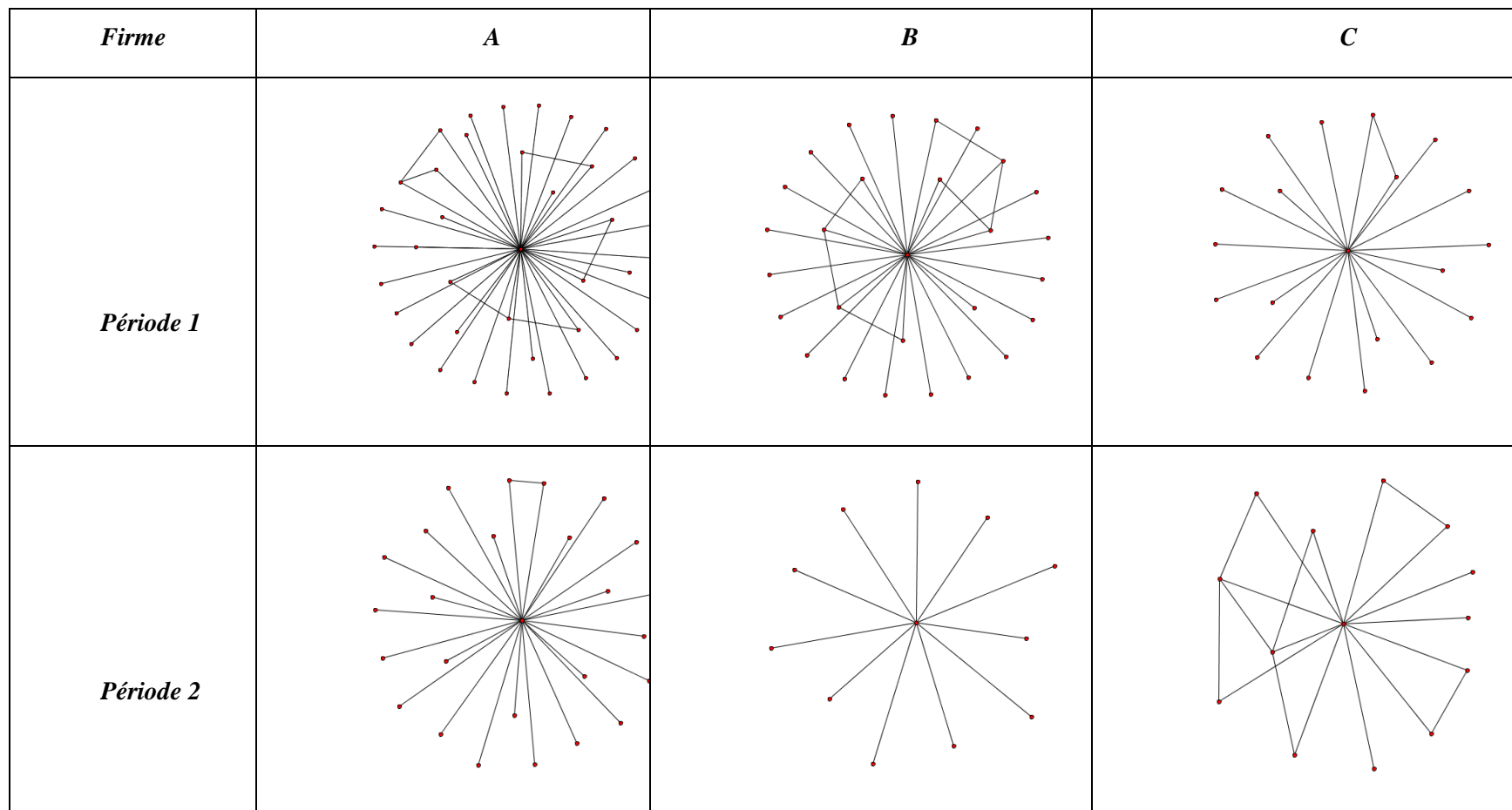


Fig. 3. Réseaux égocentriques des 3 entreprises sur les deux périodes. Contrairement aux entreprises A et B, la densité des interconnexions pour l'entreprise C est très forte et montre son incapacité à contrôler son réseau et donc sa perte de pouvoir.

5 Conclusion

Du fait de l'ubiquité des alliances stratégiques, les entreprises seront toujours plus dépendantes de leur capacité à créer et à gérer des alliances. Pourtant, très peu d'attention a pour l'heure été consacrée à la structure des réseaux et aux configurations des interactions entre des sous-groupes de firmes. Des termes comme 'l'entreprise réseau' ou 'la firme virtuelle' sont de plus en plus utilisés pour décrire des formes organisationnelles comprenant des réseaux d'entreprises. Le concept d'encastrement ("embeddedness") de l'entreprise dans des réseaux 'macro' complexes a été introduit.

Dans cette étude, nous n'avons pas choisi de montrer les travaux qui permettent de comprendre le réseau complexe dans lequel l'entreprise est encadrée. Nous avons seulement montré, par une simple visualisation de graphes à partir de matrices d'adjacence, que des entreprises pouvaient prendre une position centrale dans un secteur donné et la perdre, et que des propriétés statistiques des graphes pouvaient traduire la perte de pouvoir de l'acteur focal et la contrainte exercée par le marché sur lui. Les mesures de capital social montrent que des entreprises concurrentes centrales évoluent de manière très différentes ; ces mesures semblent bien refléter l'autonomie des entreprises et donc leur performance à chaque instant.

La compréhension des dynamiques de formation des réseaux et des interdépendances entre l'acteur/entreprise individuel et le réseau global constitue certainement un aspect crucial de la stratégie.

6 Bibliographie

- [1] ARGYRIS C., *Savoir pour agir : surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel*, InterEditions, 1995
- [2] BOURCIER-DESJARDINS R., MAYERE A., MUET F. et SALAÛN J.M., *Veille technologique : revue de la littérature et étude de terrain*, CERSI, 1990
- [3] CHARLET, ZACKLAD, KASSEL, BOURIGAULT, *Ingénierie des connaissances, évolutions récentes et nouveaux défis*, EYROLLES, 2000
- [4] DRUCKER P., *The new society of organizations*, Harvard Business Review, Sept-Oct 1992, p 95-104
- [5] ERMINE J-L., *les Systèmes de connaissances*, Hermes, 1996

- [6] GRUNDSTEIN M. et ROSENTHAL-SABROUX C., *Système d'information et Capitalisation des connaissances : un enjeu nouveau pour la conception de système d'information*, Prédit, Octobre 1999
- [7] BARABÀSI A.-L. AND ALBERT R. (2002) 'Statistical Mechanics of Complex Networks', *Reviews of Modern Physics*, Vol. 74, p. 47-97.
- [8] BRANDES U. (2001). 'A Faster Algorithm for Betweenness Centrality', *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 25, n°2, p. 163-177.
- [9] BURT R.S. (1992), 'Structural holes. The Social Structure of Competition', Cambridge, Harvard University Press, 310 p.
- [10] BURT R.S. (2000), 'The network structure of social capital' In B. Staw and Sutton, R. (Ed.), *Research in organizational behaviour*, Vol. 22, New York, NY, JAI Press.
- [11] DEGENNE A., FORSE M. (1994), *Les Réseaux sociaux*, Paris, Editions Armand Colin.
- [12] DOROGOVTSSEV S. N. AND MENDES J. F. F. (2002), 'Evolution of Networks', *Advances in Physics*, Vol. 51, p. 1079-1187.
- [13] DOUSSET B. (2003), 'Intégration de méthodes interactives de découverte de connaissances pour la veille stratégique', HDR en informatique, Université Paul Sabatier, France, novembre 2003.
- [14] FREEMAN L.C. (1977), 'A set of measures of centrality based upon Betweenness', *Sociometry*, Vol. 40, p. 35-41.
- [15] FREEMAN L.C. (1979), 'Centrality in Networks: I. Conceptual Clarification', *Social Networks*, Vol. 1, 215-39.
- [16] FROHLICHER T. (1998), 'Les liens sociaux entre dirigeants et le déclenchement de la coopération Interentreprises'.
- [17] FRUCHTERMAN T. AND REINGOLD E. (1991), 'Graph Drawing by Force-Directed Placement', *Software Practice and Experience*, p. 1129-1164.
- [18] GAY B. (2006), 'Intelligence économique et cartographie de jeux d'alliances: implications stratégiques', Colloque Intelligence Economique et Compétition Internationale, ESCE, Paris La Défense.
- [19] GAY B. AND DOUSSET B. (2005), 'Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry', *Research Policy*, Vol. 34, n°10, p. 1457-1475.
- [20] MILES R. E. AND SNOW C. C. (1986), 'Network Organisations, New Concepts for New Forms', *California Management Review*, Vol. 28(Spring), p. 62-73.
- [21] MILES R. E. AND SNOW C. C. (1994), 'Fit, Failure and the Hall of Fame: How Companies succeed or Fail', New York: Free Press.
- [22] NEWMAN M. E. J. (2003), 'The structure and function of complex networks', *Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) Review*, Vol. 45, p. 167-256.
- [23] THORELLI H. B. (1986), 'Networks: Between markets and hierarchies', *Strategic Management Journal*, Vol. 7, p 37-51.
- [24] WATTS D. J., STROGATZ S. H. (1998), 'Collective dynamics of "small-world" networks', *Nature*, Vol. 393, p. 440-442.