

Négociation public/privé et co-évolution stratégique au sein d'un biocluster

Une simulation exploratoire en vie artificielle

Isabelle Leroux

Maître de Conférences
ARGUMANS-GAINS, Université du Mans
IUT TC de Laval
52, rue des Docteurs Calmette et Guérin
BP 2045
F- 53 020 Laval Cedex 9
Tel. 02 43 59 49 30 / Fax 02 43 59 49 48
Isabelle.Leroux@univ-lemans.fr

Alain Berro

Maître de Conférences
IRIT, Université Toulouse 1
Manufacture des Tabacs
21, allée de Brienne
F - 31 000 Toulouse
Tel. 05 61 12 86 79
berro@univ-tlse1.fr

Résumé :

L'objet de cette contribution est d'étudier les relations stratégiques entre les firmes et les collectivités territoriales au sein d'un biocluster. Dans une perspective exploratoire, nous proposons un modèle de simulation en vie artificielle visant à saisir la dynamique de co-évolution de ces stratégies public/privé. Les résultats des simulations mettent en évidence que les firmes modulent leurs stratégies de négociation en fonction de la perception qu'elles ont des gains susceptibles d'être générés collectivement. Le modèle montre également que les collectivités territoriales jouent un rôle régulateur. De nouvelles pistes de recherche sont développées à partir de cette métaphore d'un biocluster.

Mots-clefs : cluster, biotechnologies, simulation, dynamique, système complexe adaptatif.

Négociation public/privé et co-évolution stratégique au sein d'un biocluster**Une simulation exploratoire en vie artificielle****Résumé :**

L'objet de cette contribution est d'étudier les relations stratégiques entre les firmes et les collectivités territoriales au sein d'un biocluster. Dans une perspective exploratoire, nous proposons un modèle de simulation en vie artificielle visant à saisir la dynamique de co-évolution de ces stratégies public/privé. Les résultats des simulations mettent en évidence que les firmes modulent leurs stratégies de négociation en fonction de la perception qu'elles ont des gains susceptibles d'être générés collectivement. Le modèle montre également que les collectivités territoriales jouent un rôle régulateur. De nouvelles pistes de recherche sont développées à partir de cette métaphore d'un biocluster.

Mots-clefs : cluster, biotechnologies, simulation, dynamique, système complexe adaptatif.

Face à leur retard vis-à-vis des Etats-Unis, les pays européens ont mis en place ces dix dernières années des politiques volontaristes de développement des biotechnologies. On a ainsi assisté à l'émergence ou au renforcement des clusters géographiques liés aux activités de la santé, de l'environnement ou de la semence, comme le Medicon Valley à la frontière du Danemark et de la Suède ou la génopole d'Evry en France. La notion de cluster se définit au sens de Porter (1998) comme un ensemble d'entreprises et d'institutions géographiquement proches dont les activités sont complémentaires et caractérisées par un haut degré de spécialisation et de transfert technologique. Le cluster est fondé sur des réseaux denses de relations interfirmes caractérisés par des rapports de coopération et de compétition. Cette forte connectivité est productrice de bénéfices collectifs, comme les « quasi-rentes » dues à l'exploitation des licences ou aux effets d'agglomération (Zucker et Darby, 1997 ; Dyer et Singh, 1998).

Si la littérature sur les clusters biotechnologies est surtout centrée sur la forte compétitivité de tels systèmes d'innovation, certains travaux viennent relativiser ces succès en mettant en exergue les difficultés de coordination liées aux conflits sur le partage et la redistribution des ressources et bénéfices collectifs (Owen-Smith et Powell, 2003). Ces défauts de coordination sont structurellement liés aux particularités des clusters biotechnologies. Ils se traduisent par des comportements opportunistes favorisés par une coopération-compétition transectorielle ou par une organisation en « dual market » (Roijakkers *et al.*, 2005). Ces défauts de coordination naissent également des divergences d'intérêts divisant les acteurs publics et les acteurs privés, notamment les laboratoires de recherche publique et les entreprises liés par des partenariats de recherche.

Cependant, si les liens entre firmes et laboratoires publics font l'objet d'une littérature abondante (Audretsch et Stephan, 1996 ; MacMillan *et al.*, 2000), peu de recherches sont consacrées aux défauts de coordinations impliquant les firmes et les collectivités territoriales (Chataway *et al.*, 2004 ; Rausser *et al.*, 2000). Or ces liens sont fondamentaux étant donné le caractère réglementé et controversé des activités liées aux biotechnologies. En effet, les collectivités territoriales jouent un rôle particulièrement important dans les politiques industrielles locales et dans la redistribution des ressources publiques car elles sont garantes du caractère éthique des recherches menées. Il en résulte une grande complexité des stratégies de négociation, l'objectif des firmes étant de capter les ressources ou les bénéfices collectifs à des fins d'appropriation privée tout en composant avec les institutions locales. Dès lors, comme le montrent les faits stylisés (Leroux, 2004), les collectivités territoriales rencontrent parfois des difficultés quant à la lisibilité des stratégies menées à leur égard par les firmes. Ceci peut dans certains cas poser des problèmes de management public, d'autant que ces stratégies sont évolutives au gré des opportunités en jeu et des incertitudes environnementales.

Face au vide théorique concernant ces phénomènes inter-organisationnels, trois questions principales se posent. Tout d'abord, comment les stratégies d'appropriation développées par les firmes et les collectivités territoriales co-évoluent-elles dans le temps au sein du cluster ? Quelle est leur nature ? Il s'agit-là d'apporter un éclairage sur la nature stratégique et dynamique de ces relations souvent complexes mêlant intérêt général et intérêt privé. Ensuite, la deuxième question est relative à la performance du cluster. Si ces stratégies ont un impact sur la performance du cluster, comment co-évoluent-elles dans ce cas ? Et enfin, la troisième question est celle du rôle des collectivités territoriales dans la gestion de ces relations. Quel rôle stratégique jouent-elles en tant que garantes de l'intérêt général ? Dans la perspective d'apporter des éléments de réponse à ces questions non abordées dans la littérature, cette contribution vise à proposer une recherche exploratoire en vie artificielle (au sens de Snow et Thomas, 1994 ; Lee *et al.*, 2002) visant à déboucher sur de nouvelles pistes de recherche. Cette recherche est fondée sur une simulation et permet une toute première exploration des relations stratégiques firmes/collectivités territoriales au sein des clusters biotechnologies.

Le positionnement théorique mobilisé ici est la perspective évolutionnaire (Arthur *et al.*, 1997). Fondée sur l'analyse des systèmes complexes, elle permet la compréhension de l'émergence des propriétés agrégées d'un système d'agents à partir de l'interaction des éléments qui le composent (Nicolis et Prigogine, 1994). Le système est caractérisé par un

grand nombre d'agents hétérogènes interconnectés qui font des choix d'action en fonction des choix des autres participants, ce qui conduit à l'observation d'une variété de dynamiques complexes. La dynamique du système est toujours hors de l'équilibre stable et ce dernier est sensible aux perturbations environnementales. Il devient donc possible d'en analyser les instabilités ou la vulnérabilité potentielle.

Dans cette perspective, nous proposons un modèle de simulation exploratoire à visée heuristique. Le modèle implique des firmes et des collectivités territoriales qui négocient pour le partage d'une quasi-rente¹, et qui mobilisent pour cela des stratégies plus ou moins sophistiquées et opportunistes. Les résultats des simulations montrent que les stratégies de négociation adoptées par les acteurs visent à maintenir la performance du cluster afin de s'en approprier les « bénéfices ». Les firmes modulent leurs stratégies de négociation en fonction de la perception qu'elles ont des gains susceptibles d'être générés collectivement et en fonction de l'incertitude qui pèse sur l'existence même de ces gains. Les résultats montrent également que les collectivités territoriales jouent un rôle régulateur et qu'elles sont les acteurs-clefs des coordinations locales même si la situation ne leur est pas forcément favorable au départ.

Cette contribution est organisée de la manière suivante. La première partie est consacrée à une revue de la littérature et aux propositions qui sous-tendent le modèle de simulation. La deuxième partie expose le modèle visant à tester ces propositions. La troisième partie présente les trois catégories de simulations développées. La quatrième partie est consacrée aux résultats des simulations et la cinquième partie consiste en une discussion portant sur les résultats et les pistes de recherche futures.

1 - POUR UNE APPROCHE EVOLUTIONNAIRE DES NEGOCIATIONS STRATEGIQUES AU SEIN DES BIOCLUSTERS

Les défauts de coordination susceptibles de remettre en question la performance des clusters sont fréquemment liés à des conflits d'appropriation des ressources, des quasi-rentes ou des rentes de monopole (Klein B. *et al.*, 1978; Simonin, 1999 ; Hamdouch et Depret, 2001 ; Delerue et Simon, 2005). Les acteurs ne sont pas susceptibles de s'approprier

¹ La quasi-rente est entendue ici au sens marshalien du terme.

individuellement ces rentes mais il se peut que certains essaient de le faire au détriment des autres, profitant de la nature incomplète des règles du jeu établies à l'initialisation du partenariat. A ce titre, une première catégorie de travaux renvoie aux impacts négatifs de la dualité entre coopération et compétition au sein des clusters biotechnologies. Si cette dualité est une source d'émulation (Teece, 1989 ; Gulati *et al.*, 2000), elle peut au contraire dans certains cas conduire à des comportements opportunistes de type *free riding* se traduisant par la captation inégale des ressources ou des rentes générées collectivement (Nooteboom, 1999). Ce phénomène est particulièrement récurrent au sein des clusters biotechnologies en raison, comme le montrent Argyres et Liebeskind (2002), du caractère transectoriel (santé, agro-alimentaire, environnement) et fragmenté des activités en jeu. Les asymétries d'informations liées à la coexistence de différentes logiques sectorielles contribuent en effet à faciliter l'émergence de l'opportunisme.

Une deuxième catégorie de travaux soulève les défauts de coordination liés à l'hétérogénéité des firmes en présence (Saviotti, 1998 ; Powell *et al.*, 2005 ; Roijakkers *et al.* 2005). Les bioclusters sont organisés en « dual market », fondé sur des partenariats entre de grandes firmes internationales et des petites et moyennes entreprises. Néanmoins, ces partenariats, basés sur des stratégies de survie et sur des stratégies de captation des rentes informationnelles et pécuniaires, conduisent à des déséquilibres des pouvoirs et à des comportements opportunistes. Il en résulte une instabilité parfois « chronique » des liens entre petites et grandes firmes qui peut remettre en question la performance des clusters biotechnologies.

Une troisième catégorie de travaux met en évidence les défauts de coordination liés au caractère à la fois public et privé, hautement régulé et controversé, des activités liées à l'innovation biotechnologique. Tout d'abord, de nombreux travaux, comme ceux de Lawson (2004) ou Sherry et Teece (2004), mettent en évidence les conflits sur les droits de propriété des ressources objets de recherche (fragments d'ADN,...) et des rentes liées par exemple à l'exploitation de licences. D'autres recherches, centrées sur la dynamique des réseaux, traitent de la problématique de « l'enracinement partiel » entre la sphère publique et la sphère privée. Owen-Smith et Powell (2003) montrent à ce titre que les laboratoires de recherche sont conduits à établir un équilibre stratégique entre les priorités académiques et les priorités industrielles pour éviter « *le danger d'être capturés – instrumentalisés - par les intérêts industriels* » (p. 1695). Enfin des travaux sont consacrés au rôle des institutions nationales et

locales dans le développement des clusters biotechnologies (Dasgupta et David, 1994 ; Etzkowitz et Leydesdorff, 2000 ; Lehrer et, Asakawa, 2004). Certains d'entre eux sont plus particulièrement axés sur le caractère controversé des biotechnologies (lutte anti-OGM...) et sur les difficultés du management public et privé au regard des enjeux éthiques et réglementaires (Chataway *et al.*, 2004). Si le rôle des acteurs publics dans la réduction des risques systémiques (Dohse, 2000; Peters et Hood, 2000) est évoqué, il ne fait cependant pas l'objet d'un véritable programme de recherche.

Cette revue de la littérature montre que peu de travaux sont consacrés aux liens pourtant essentiels entre les entreprises et les collectivités territoriales. Or, comme l'évoquent Chataway *et al.* (2004), Leroux (2004) ou Rausser *et al.* (2000) les relations stratégiques entre les firmes et les collectivités territoriales sont cruciales. Leroux (2004) montre que les firmes développent des stratégies de négociation visant à capter les ressources générées collectivement et à orienter les décisions des collectivités territoriales, garantes de l'intérêt général. Si les entreprises développent des stratégies plus ou moins opportunistes de captation des quasi-rentes dans un but d'appropriation privée, les collectivités sont en mesure d'exprimer leur mécontentement par une réduction des aides publiques allouées. Néanmoins, les entreprises peuvent répondre à cela par une menace de désengagement. La relation devient alors une relation de négociation sous ultimatum caractérisée par une double incertitude. Les collectivités doivent supporter une incertitude sur l'ancrage territorial des firmes concernées, et les firmes une incertitude sur la possibilité ou non de capter des ressources publiques. Dès lors, les collectivités sont amenées malgré elles à effectuer des concessions plutôt que d'endosser la responsabilité d'une délocalisation. Mais par ailleurs, ces collectivités développent des stratégies d'appropriation des quasi-rentes, par le recours à l'impôt ou bien en incitant les firmes à financer des actions de recherche locales. Les ressources issues de l'impôt sont ensuite redistribuées sous différentes formes : apports financiers directs (prêts, subventions) ou indirects (exonérations) ; avantages en nature à caractère privé (bâtiments) ou public (infrastructures) ; services aux salariés. De ces relations inter-organisationnelles naissent des stratégies de négociation complexes voire, dans certains cas, ambivalentes.

L'absence de recherches effectuées sur ces stratégies de négociation et sur leur co-évolution dans le temps nécessite donc un premier travail exploratoire visant à apporter une meilleure lisibilité des processus en jeu et de leurs effets. Comment les acteurs adaptent-ils leurs stratégies en fonction de l'incertitude sur l'évolution de leur environnement ? Comment ces

stratégies co-évoluent-elles ? Quels liens peuvent être établis entre les choix stratégiques et la performance du cluster ?

Afin de répondre à ces questions, la posture théorique adoptée est la théorie évolutionnaire fondée sur le paradigme des systèmes complexes adaptatifs (Arthur *et al.*, 1997 ; Kirman, 1997). La théorie évolutionnaire, étroitement liée au paradigme cognitif (Simon, 1955; Walliser, 2000) est basée sur les principes suivants : 1) *le principe d'hétérogénéité* des agents; 2) *le principe de variabilité*, qui correspond à la capacité endogène du système à produire de nouvelles trajectoires dépendant des mutations comportementales internes; 3) *le principe de path dependency* ou *dépendance de sentier*, qui renvoie aux effets d'apprentissage et aux mécanismes d'auto-renforcement menant à des irréversibilités de la dynamique d'évolution ; 4) *le principe d'apprentissage inductif*, selon lequel les agents sont individuellement inscrits dans un processus cognitif de résolution de problèmes. Ils apprennent et adaptent leurs comportements en fonction de l'expérience acquise ; 5) *le principe de rationalité située* (Simon, 1955; Walliser, 2000), selon lequel la rationalité des agents se construit au travers de l'interaction et en fait des agents adaptatifs. L'approche évolutionnaire s'émancipe donc de la fiction de l'agent représentatif et la notion de rationalité limitée (Vriend N.J., 2000).

Dans cette perspective évolutionnaire, le biocluster est appréhendé comme un système complexe en évolution (Nicolis et Prigogine, 1994 ; Janszen et Degenaaars, 1998). L'intérêt de cette approche réside dans la prise en compte des mécanismes internes de prise de décision et d'adaptation, tant pour ce qui concerne leur émergence que leur renversement. En effet, fondée sur une grande variété de partenariats et de stratégies liant des acteurs privés et publics, la trajectoire d'évolution du cluster peut s'avérer instable voire, dans certain cas, chaotique (Luukkonen, 2005 ; Mangematin *et al.*, 2003 ; Stuart et Sorenson, 2003). Dès lors, dans la lignée des questionnements sur les trajectoires d'évolution (Mangematin *et al.*, 2003) et sur la dimension stratégique des coordinations (Chataway *et al.*, 2004 ; Rausser *et al.*, 2000 ; Etzkowitz et Leydesdorff, 2000...), cette approche permet l'analyse dynamique des stratégies de négociation des acteurs en fonction de l'incertitude sur l'environnement.

L'outil privilégié dans le cadre de cette recherche est une simulation en vie artificielle fondée sur un algorithme génétique impliquant des opérateurs de mutation et de croisement (Holland, 1975 ; Goldberg, 1989). L'intérêt d'une simulation réside dans la capacité conférée aux agents à rechercher de manière systématique des cohérences comportementales qu'ils vont intégrer

dans leur « modèle du monde » de manière adaptative (Marney et Tarber, 2000 ; Vriend, 2000). D'un point de vue technique, le principe de l'algorithme génétique est de mettre en scène une population initiale d'individus, ces derniers étant conduits à évoluer et se reproduire selon un processus de sélection naturelle débouchant sur des individus de plus en plus adaptés. Un tel outil permet donc de conceptualiser la négociation non pas dans une perspective statique ou séquentielle, mais comme un processus dynamique en constante adaptation dont on peut analyser les évolutions. La méthodologie de recherche associée à cet outil est de type exploratoire (Snow et Thomas, 1994 ; Lee *et al.*, 2002). L'objectif est d'explorer la métaphore d'un biocluster par le test de propositions de recherche, afin d'ouvrir la voie à de nouvelles questions de recherche. La simulation consiste donc à explorer un monde métaphorique générateur d'artefacts qui sont analysés ici dans une perspective purement heuristique.

La simulation présentée teste trois propositions développées à partir des enseignements tirés des faits stylisés. La première proposition vise à tester la co-évolution des stratégies de négociation des agents lorsque les ressources collectives ou quasi-rentes sont connues. En distinguant les motivations des firmes, satisfaisant leurs intérêts privés, et les motivations des collectivités territoriales qui satisfont l'intérêt général, il s'agit de saisir l'évolution des mécanismes de partage en l'absence d'incertitude sur les gains susceptibles d'appropriation.

Proposition 1 : lorsque les quasi-rentes sont connues et stables dans le temps, les firmes ont tendance à développer des stratégies de négociation opportunistes afin de se les approprier. Elles profitent pour cela des collectivités territoriales qui font des concessions sous la menace d'un possible désengagement.

La deuxième proposition vise à tester l'évolution des stratégies de partage des agents lorsqu'il y a une incertitude sur le montant des quasi-rentes et qu'ils doivent les évaluer. Si les faits stylisés montrent que les stratégies de négociation sont par prudence moins opportunistes en situation d'incertitude (Leroux, 2004), il s'agit de saisir les déterminants de la sensibilité des agents aux perturbations environnementales.

Proposition 2 : lorsqu'il y a une incertitude sur le montant des quasi-rentes, les firmes développent des comportements moins opportunistes, et tirent partie des concessions faites par les collectivités territoriales.

La troisième proposition vise à tester le comportement des institutions lorsqu'il y a une incertitude sur le montant des quasi-rentes et lorsque l'opportunisme des firmes peut remettre en question la performance du cluster. Il s'agit aussi de tester la capacité des institutions à réduire le risque systémique (Dohse, 2000; Peters et Hood, 2000).

Proposition 3 : lorsqu'il y a incertitude sur le montant des quasi-rentes et que l'opportunisme peut contribuer à réduire la performance du cluster, les institutions territoriales pallient les effets néfastes des stratégies des firmes.

2 - LE MODELE DE SIMULATION EXPLORATOIRE

Le modèle de simulation présenté ici est la métaphore simplifiée d'un biocluster. Il s'agit en effet d'un modèle schématique (Thietart, 2003) en ce sens que la notion de relation est ici restreinte aux seules stratégies de négociation. Il n'ambitionne pas de rendre compte de la totalité de l'objet de recherche qu'est le cluster mais simplement des interactions stratégiques public/privé et de leur co-évolution. Cette démarche est par conséquent en rupture avec les travaux classiques fondés sur des équilibres stables.

2.1 - LES INTERACTIONS STRATEGIQUES AU SEIN DU BIOCLUSTER OU « MODELE DU MONDE »

Ce modèle de simulation consiste, au regard des trois propositions émises, en simulations impliquant des firmes et des collectivités territoriales. Les acteurs négocient pour le partage d'une quasi-rente, représentée dans le modèle par un gâteau. Inspiré de la théorie des jeux (Ellingsen, 1997), il s'agit de la modélisation en vie artificielle d'un jeu de demande sous ultimatum faisant interagir des joueurs qui négocient deux à deux. Ainsi, quand ces derniers veulent s'approprier respectivement une part très importante du gâteau, par des moyens plus ou moins opportunistes, la négociation échoue. Dans le cas contraire, chacun repart avec la portion demandée.

Les firmes sont modélisées sous la forme d'agents « obstinés » (Obs), dont les demandes sont indépendantes de celles de leurs adversaires. Comme elles participent de la performance du cluster, elles cherchent à s'approprier une part de gâteau qu'elles fixent elles-mêmes en fonction de leurs objectifs de profitabilité et de leur tendance à l'opportunisme. Certaines

d'entre elles demandent une majeure part de gâteau (plus de 50 %) alors que d'autres demandent une part inférieure ou égale à 50 %.

Les collectivités territoriales sont modélisées sous la forme d'agents « sophistiqués » (Soph), qui adaptent leur demande aux demandes espérées par leurs adversaires plutôt que de rencontrer un échec. En tant que garantes de l'intérêt général elles choisissent de s'adapter aux demandes des firmes en situation d'incertitude sur le comportement futur de ces dernières. Elles ont donc une tendance à faire « concession », leur objectif étant de favoriser l'ancrage de ces firmes au sein du territoire, de stimuler les partenariats de recherche locaux et, ainsi, d'accompagner la performance territoriale. Mais elles demeurent néanmoins sous l'ultimatum des firmes qui, lorsqu'elles souhaitent influencer sur les collectivités, les menacent de désengagement. Par ailleurs, lorsque deux collectivités territoriales négocient ensemble, elles partagent le gâteau selon une proportion 50-50. Ce partage égalitaire tient à leur volonté de préserver l'intérêt général et d'éviter tout conflit.

2.2 – LA DETERMINATION DE LA DEMANDE

La demande d_i de chaque firme est fondée sur deux composantes, la taille espérée du gâteau et la portion demandée :

$$d_i = \text{taille espérée du gâteau} (t_{eg}) * \text{portion demandée} (i)$$

avec

T : la taille réelle du gâteau

$t_{eg} \in [0, TG]$, valeur minimale et valeur maximale de t_{eg}

$i \in I \subset [0, 1]$, I ensemble des portions demandées

donc

$d_i \in D \subset [0, TG]$, D ensemble fini des demandes possibles

La stratégie d_i avec $i = 0.5$ est appelée “stratégie juste”. Toute stratégie pour laquelle la portion demandée est telle que $i > 0.5$ est appelée “stratégie avide”. Les autres stratégies telles que $i < 0.5$ sont quant à elles appelées “stratégies modestes”.

Les institutions locales, dont la stratégie est notée r , sont capables d'observer la stratégie de demande de l'adversaire et d'adapter leur demande à la demande espérée de cet adversaire

plutôt que d'essayer un échec. Par conséquent, quand une institution rencontre une firme qui demande d_i , elle fait la demande suivante :

$$r = \text{tegr} - d_i$$

L'ensemble des stratégies possibles dans le jeu est donc $S = D \cup \{r\}$, avec d_i la demande des firmes et r la demande des institutions locales. Tout comme les firmes, les institutions peuvent aussi être menées à l'échec si elles surestiment la taille du gâteau.

2.3 – LA FONCTION DE PAIEMENT

Si la firme i demande d_i et la firme j demande d_j , alors le joueur i reçoit le paiement suivant :

$$\Pi_{ij} = \begin{cases} d_i & \text{si } d_i + d_j \leq T \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Si la somme de d_i et d_j excède la taille réelle du gâteau T , alors il y a échec de la négociation, et les deux joueurs n'obtiennent aucun gain.

Lorsqu'une institution négocie avec une firme elle obtient :

$$\Pi_{ri} = \text{tegr}_i - d_i \text{ si } \text{tegr}_i \leq T \text{ et } d_i \leq T$$

Et quand deux institutions négocient ensemble, elles obtiennent :

$$\Pi_{r1r2} = \frac{\text{tegr}_{r1}}{2} \text{ si } \frac{\text{tegr}_{r1} + \text{tegr}_{r2}}{2} \leq T$$

La matrice des paiements est donc la suivante :

Table 1. Matrice des paiements

	Obstiné d_i	Sophistiqué r_1
Obstiné d_j	d_i d_j	$\text{tegr}_{r1} - d_j$ d_j
Sophistiqué r_2	d_i $\text{tegr}_{r2} - d_i$	$\text{tegr}_{r1}/2$ $\text{tegr}_{r2}/2$

2.4 – L'IMPLEMENTATION DE L'ALGORITHME GENETIQUE

Chaque agent est déterminé par son “génotype”, qui est composé d’une part de la taille espérée du gâteau et d’autre part de sa stratégie de partage. La population de firmes et d’institutions s’élève dans le modèle à 1000 agents et la taille du gâteau est $T=1$. La population de firmes ou agents obstinés (Obs) est divisée en sept profils représentés par des intervalles discrets compris entre 0 et 100². Chaque profil est fixé arbitrairement et correspond à la portion de gâteau demandée³.

Table 2. Les sept profils de firmes

Obs 7	Firmes dont la demande est de 7 %	Modeste
Obs 21	Firmes dont la demande est de 21 %	
Obs 35	Firmes dont la demande est de 35 %	
Obs 50	Firmes dont la demande est de 50 %	Juste
Obs 64	Firmes dont la demande est de 64 %	Avide
Obs 78	Firmes dont la demande est de 78 %	
Obs 92	Firmes dont la demande est de 92 %	

Les simulations⁴ sont basées sur les paramètres suivants : la taille initiale du gâteau est de 1 et peut varier selon l’intervalle $[0.1 ; 2.0]$; le nombre d’agents dans la population est de 1000; le taux de mutation est de 10 %; le taux de croisement est de 50 %; la distribution initiale des différentes populations (Obs et Soph) est de 12.5 % à l’initialisation du jeu. Le choix de ces paramètres résulte d’un compromis entre maintenir une pression sélective sur la population afin d’assurer la convergence de l’algorithme, et maintenir la diversité génétique de la population afin d’éviter une convergence trop rapide (Schoenauer et Sebag, 1996). Dans un cluster, si les interconnexions sont nombreuses, les agents ne négocient cependant pas systématiquement avec l’ensemble de la population mais seulement avec certains partenaires lorsque cela s’avère nécessaire. Par conséquent, à chaque tour de négociation, les agents négocient avec un échantillon représentatif de 10 % de la population totale. Chaque agent fait ensuite l’objet d’une évaluation en fonction des gains qu’il est capable de générer. Chaque simulation a été relancée 1000 fois et les résultats présentés en sont une moyenne.

² Les intervalles discrets permettent une évaluation statistique précise des résultats.

³ Le choix de 7 profils est suffisamment large pour assurer la représentativité des demandes possibles tout en garantissant la lisibilité des résultats sur histogramme.

⁴ Chaque simulation est fondée sur les étapes suivantes : 1) *Initialisation* : choix aléatoire ou guidé des stratégies; 2) *Notation* : négociation et notation, ie évaluation de chaque agent en fonction des gains générés; 3) *Selection* : processus de sélection des agents les mieux notés; 4) *Croisement* : croisement et reproduction des agents; 5) *Mutation* : détérioration aléatoire d’un ou plusieurs caractères génétiques d’un agent ; 6) Retour à l’étape 1.

Dans ce monde artificiel, certains agents sont liés par une proximité dite *relationnelle* (Grossetti, 1998). Tout comme le montre Porter (1998), le cluster est fondé sur des réseaux de firmes et d'institutions interconnectés. Afin d'intégrer cette caractéristique dans le modèle de simulation, nous faisons l'hypothèse que certains agents entretiennent entre eux des liens plus étroits. Ainsi, bien que les firmes et les institutions négocient avec tout membre du cluster (phase de *notation*), elles n'échangent d'information sur la taille du gâteau qu'avec des partenaires dont elles ont noté qu'ils avaient adopté la même stratégie qu'elles durant la phase de négociation (phase de *croisement*). Par conséquent, si certains agents ne sont pas capables de reconnaître au départ la stratégie de leur adversaire, ils peuvent néanmoins la découvrir par apprentissage durant le processus de négociation par essai-erreur. Cette proximité relationnelle établie entre les agents qui optent pour des stratégies similaires leur confère une capacité à effectuer un échange sélectif d'information et les place dans une même approche stratégique.

3 – LES TROIS TYPES DE SIMULATIONS EXPLORATOIRES

SIMULATION S1 : LA TAILLE DU GATEAU EST CONNUE ET NE VARIE PAS

Il s'agit dans cette première simulation de tester la proposition 1. La taille du gâteau est $T=1$ et ne change pas pendant le processus de négociation. La simulation contribue ici à observer étape après étape les stratégies adoptées par les agents, leur co-évolution et leur renversements possibles sur 500 périodes.

SIMULATION S2 : LA TAILLE DU GATEAU EST INCONNUE CE QUI INDUIT UNE INCERTITUDE

Cette deuxième simulation vise à tester la proposition 2. La taille du gâteau n'est pas connue et les agents vont devoir l'estimer. Toute surestimation leur sera préjudiciable, le jeu étant sous ultimatum. Les firmes et les institutions sont ici dotées d'une capacité endogène à modifier leur demande respective d . Elles estiment la taille du gâteau selon un processus d'apprentissage portant sur t_{eg} et rendu possible par le recours à des opérateurs de mutation et de croisement. Chaque agent a donc la capacité à évaluer t_{eg} , et chaque nouvelle évaluation conduit à une modification de la demande d . La possibilité d'échec est donc élevée, les agents pouvant surestimer ou bien sous-estimer la taille du gâteau. Celle-ci est par ailleurs fixée à $T=1$.

SIMULATION S3 : LA TAILLE DU GATEAU VARIE EN FONCTION DES STRATEGIES ADOPTEES

La troisième simulation vise à tester la proposition 3. La taille du gâteau, qui représente ici par analogie la performance du cluster, devient variable. Nous faisons l'hypothèse que lorsqu'une firme opte pour des stratégies opportunistes menant à l'échec de la négociation, cela contribue à la réduction de la taille de ce gâteau. A l'inverse, lorsque les agents choisissent des stratégies moins ou peu opportunistes, cela contribue à l'augmentation de la taille du gâteau. Il s'agit donc d'observer comment vont co-évoluer les stratégies sous ces conditions, lesquelles de ces stratégies vont se développer, et quel va être le rôle des institutions.

Techniquement, un paramètre dit « d'influence » k est affecté à T . Si au tour précédent ($n-1$) le nombre de négociations réussies est supérieur au nombre d'échecs alors T s'accroît de 0.01. Dans le cas opposé, il décroît de 0.01. Le choix de ce paramètre $k=0.01$ est arbitrairement fixé à un niveau faible. L'objectif est d'établir un lien causal entre le comportement des agents et la modification de la taille du gâteau sans pour autant engendrer d'effondrement radical du système. L'hypothèse sous-jacente est celle selon laquelle les défauts de coordination peuvent engendrer des perturbations du système, mais ne peuvent provoquer son effondrement total comme cela pourrait être le cas en présence d'une crise économique majeure (désengagement d'un donneur d'ordres...).

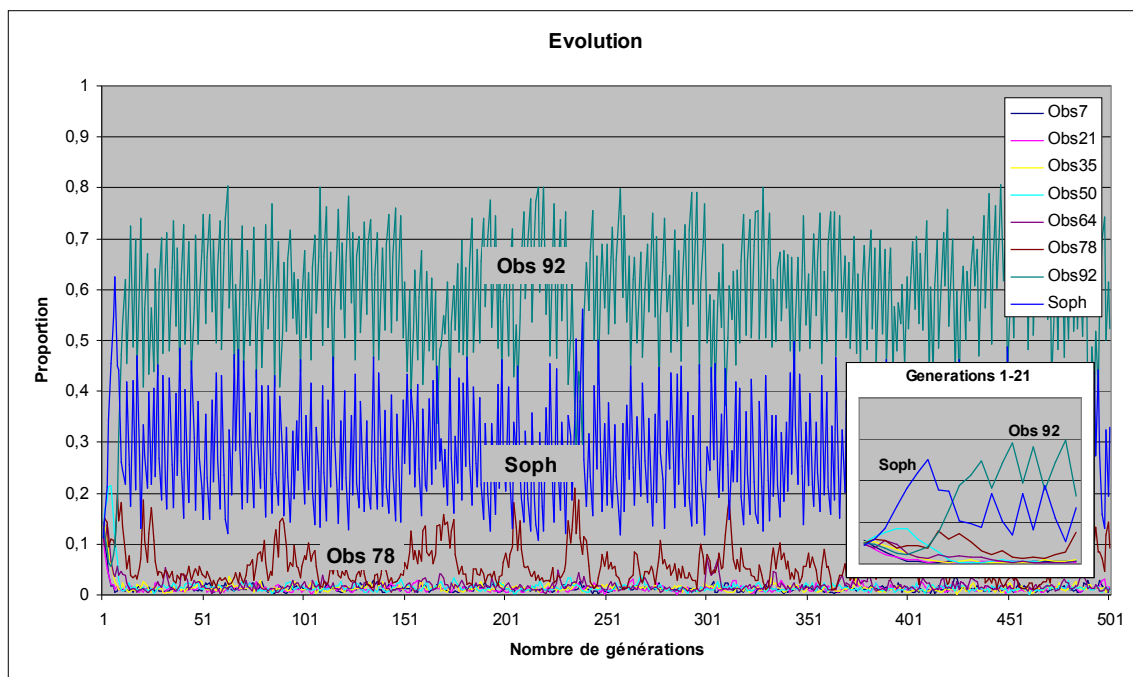
4 – LES RESULTATS**4.1 - SIMULATION S1**

Les simulations montrent que les stratégies de négociation évoluent en deux phases distinctes (encadré figure 1). Tout d'abord, les institutions locales constituent la majorité de la population totale durant les vingt premières périodes ou générations. Les négociations aboutissent alors à un partage égalitaire du gâteau, à savoir 50/50. Ensuite, cette très large présence d'institutions qui font concession contribue alors à l'émergence des stratégies les plus avides (92 % du gâteau) qui constituent la majorité de la population représentée aux côtés d'une petite proportion de firmes dont la demande est de 78 %.

Il est important de noter que le processus de négociation se stabilise autour d'une majorité de firmes dont les demandes sont les plus élevées, ceci grâce à la présence des institutions locales qui font concession. En l'absence d'incertitude sur la taille du gâteau, on observe donc

que les stratégies les plus opportunistes prennent l'avantage dans la négociation. Les institutions locales n'y sont pas étrangères et jouent sans le vouloir un rôle « distributif » : en faisant concession elles contribuent à la multiplication des stratégies les plus opportunistes au détriment des stratégies justes ou modestes. Cette simulation ne réfute donc pas la proposition 1. Lorsque les quasi-rentes sont connues et stables dans le temps, les firmes ont une tendance à opter pour des stratégies très opportunistes. Elles s'appuient pour cela sur les institutions concessionnaires qui jouent, de manière involontaire, un rôle distributif.

Figure 1. Simulation S1



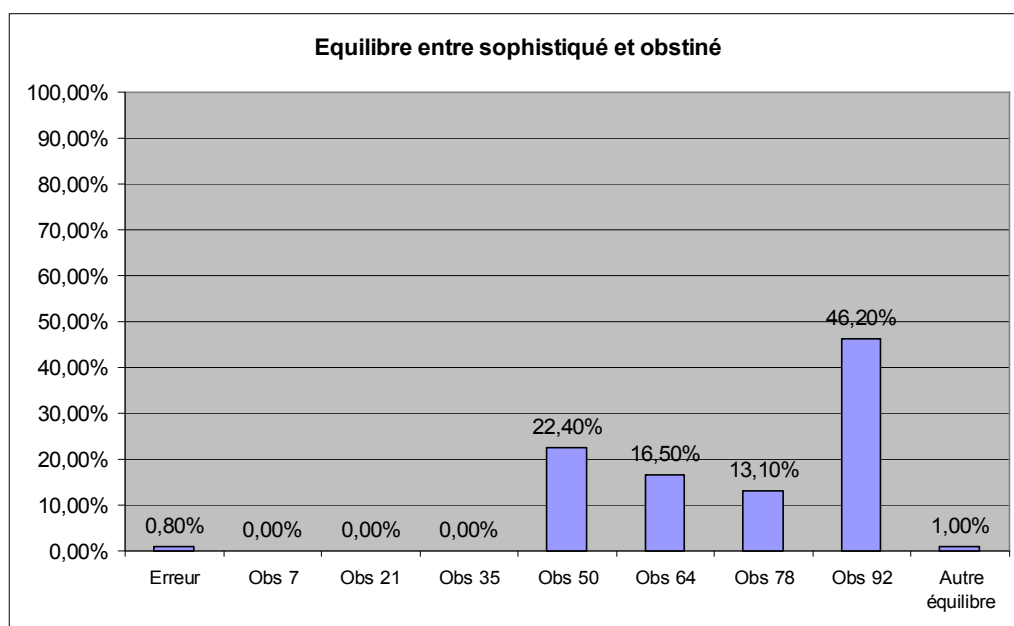
4.2 - SIMULATION S2

Le lancement de 1000 simulations débouche sur différents résultats (figure 2):

- i) dans 46.20 % des cas, le processus de négociation se stabilise autour des firmes les plus opportunistes, dont la demande est de 92 %, et les institutions locales. Tout comme dans la simulation 1, les stratégies les plus opportunistes sont rendues possibles grâce à la forte présence des institutions locales durant les premières phases du processus.
- ii) dans 29.6 % des cas, le processus de négociation se stabilise autour des firmes dont les demandes s'élèvent soit à 78 % soit à 64 % d'une part, et des institutions locales d'autre part.

- iii) dans 22.4 % des cas, la négociation se stabilise autour des firmes qui font des demandes qualifiées de “justes”, à savoir 50 % du gâteau, et les institutions locales.
- iv) dans 1 % des cas, le processus de négociation se stabilise autour des firmes dont la demande s’élève à 35 % du gâteau. Dans de très rares cas, les institutions locales disparaissent au profit des firmes les plus modestes ou des firmes dites justes.
- v) dans 0.8 % des cas, on observe un accident du processus évolutionnaire qui rend impossible l’interprétation des résultats de la simulation et qui constitue une marge d’erreurs incompressible.

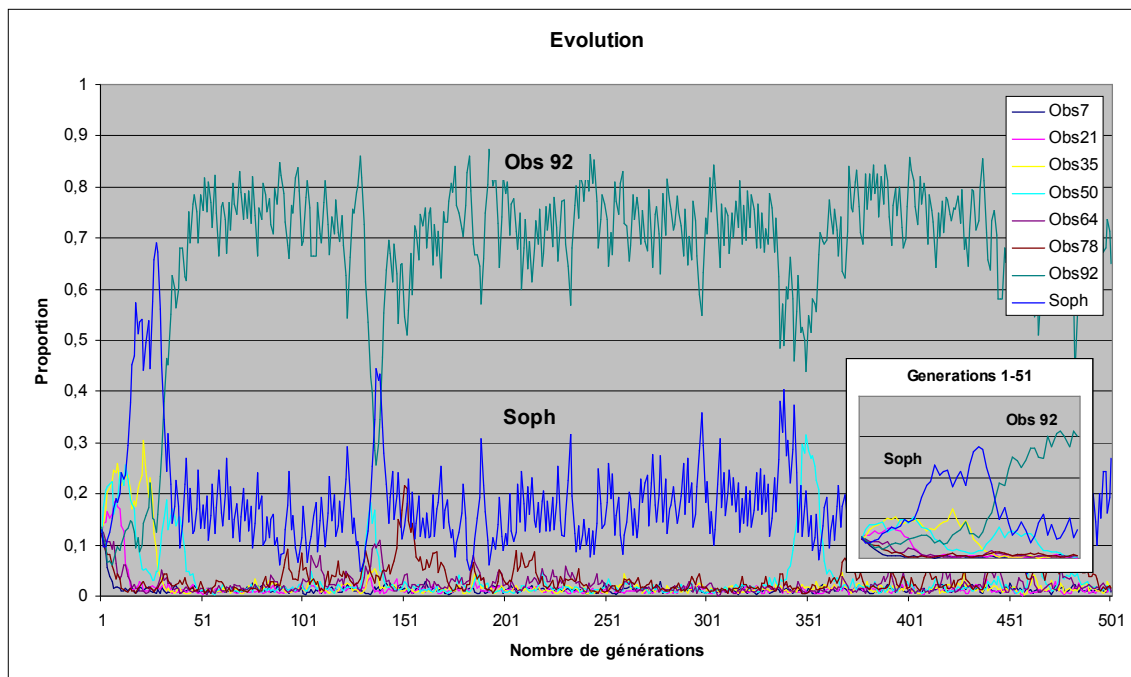
Figure 2. Résultats moyens pour 1000 simulations



Quand la taille du gâteau n’est pas connue et que les agents doivent l’estimer, les résultats diffèrent et dépendent de la capacité endogène de ces agents à la trouver le plus rapidement possible. Les « gagnants » sont ceux qui en font le plus rapidement possible l’évaluation la plus juste, tout en échangeant des informations avec les partenaires qui rencontrent le moins d’échec dans le processus d’évaluation. Dans 46,20 % des cas, les firmes les plus opportunistes tirent très rapidement bénéfice d’une large présence d’institutions locales dans les 40 premières périodes ou générations (figure 3). Dans les autres cas, majoritaires, on observe l’émergence et le développement de stratégies beaucoup plus prudentes. En l’absence d’une connaissance précise de ce qu’est réellement la taille du gâteau, les firmes font des demandes moins opportunistes. Le rôle des institutions locales demeure tout aussi important dans cette simulation car elles réduisent la possibilité d’échec dans la phase d’évaluation de la

taille du gâteau. Ainsi, quand la taille du gâteau est inconnue, les institutions jouent également un rôle distributif. Dans de très rares cas (1 %), les firmes dont les stratégies sont les plus modestes peuvent « survivre » sans les institutions locales car elles jouent elles-mêmes un rôle distributif⁵. La simulation ne réfute donc pas la proposition 2. Les firmes développent globalement des stratégies moins opportunistes en situation d'incertitude sur les futurs bénéfices collectifs, tout en tirant partie des institutions concessionnaires.

Figure 3. Simulation S2 avec l'exemple des Obs 92

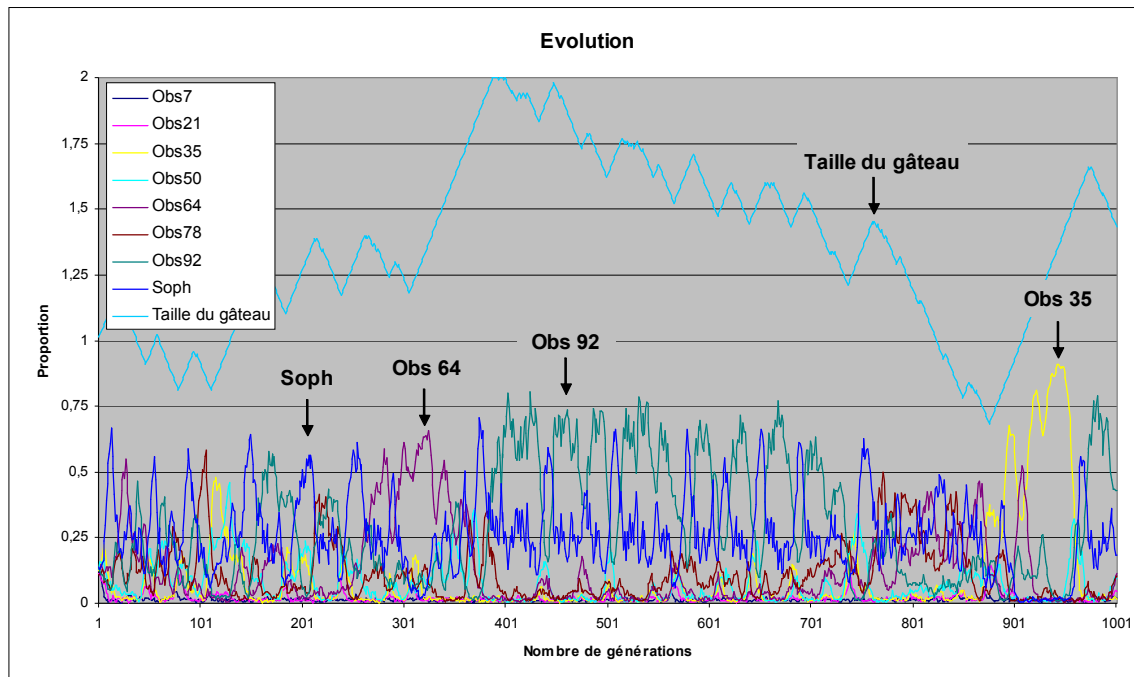


4.3 - SIMULATION S3

Les résultats montrent que les agents adaptent leur comportement en fonction de l'impact de ce dernier sur la taille du gâteau. Dans ce cas, le processus de négociation ne se stabilise pas dans le temps et évolue selon différentes phases (figure 4). Les firmes modifient leur comportement de manière à maintenir la taille du gâteau ou à le faire croître. Elles optent pour des comportements prudents, justes ou modestes quand celui-ci est menacé (lorsqu'il décroît fortement) et optent pour les stratégies les plus opportunistes lorsque ce dernier a atteint une taille proche du seuil maximal.

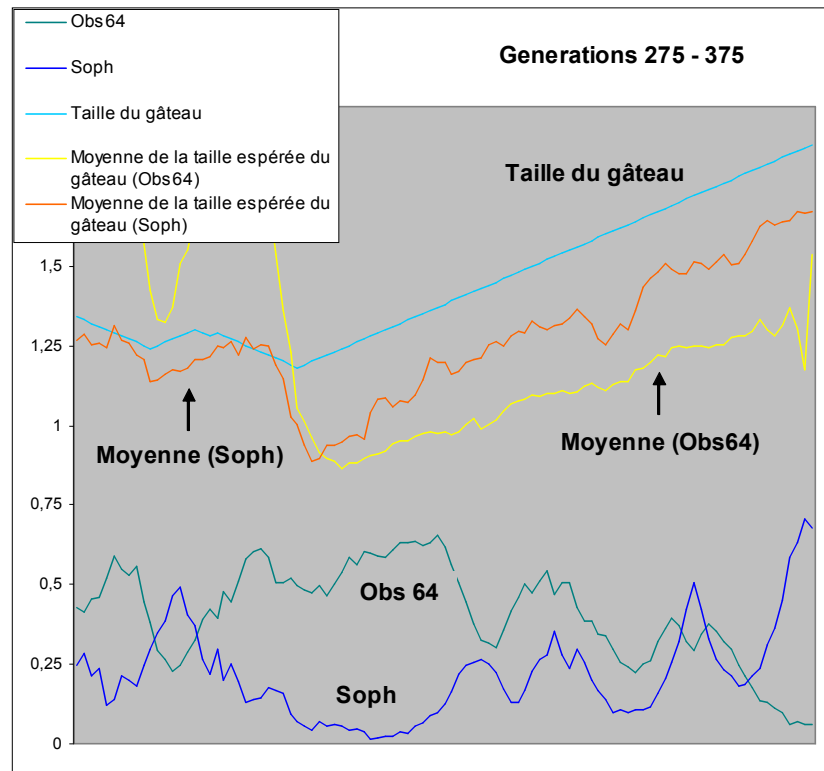
Figure 4. Simulation S3

⁵ Les 0.8 % restants sont imputables à des erreurs du processus algorithmique et ne sont pas exploitables.



Par exemple, la période [275 ; 375] est marquée par une forte présence de firmes prudentes dont la demande est 64 % (figure 5). Ces comportements prudents contribuent de manière significative à faire croître le gâteau jusqu'à ce qu'il atteigne le seuil maximal. Une fois ce seuil maximal atteint, on observe le passage de stratégies prudentes 64 % à des stratégies très opportunistes 92 %. Ceci est cependant rendu possible par la présence des institutions locales qui contribuent à réduire les échecs de négociation et qui évitent par conséquent toute réduction radicale de la performance du cluster. Ainsi, lorsque ce dernier est menacé par des comportements globalement trop opportunistes, les institutions locales émergent et jouent un rôle régulateur, permettant au gâteau de croître à nouveau. La performance du cluster est dans cette simulation maintenue grâce aux institutions locales. Cette simulation ne réfute donc pas notre proposition 3. Quand il y a incertitude sur les gains susceptibles d'être générés et que la performance du cluster est menacée, les autorités locales contribuent à pallier les effets des comportements les plus opportunistes.

Figure 5 – Zoom sur la période [275 ; 375]



5 - DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats des simulations ne réfutent pas les propositions émises. Celles-ci sont en mesure de qualifier certaines situations stratégiques inter-organisationnelles tout en soulevant de nouvelles pistes de recherche. Ainsi, l'approche évolutionnaire contribue à une toute première réflexion sur les dynamiques de phasage des stratégies de négociation au sein d'un biocluster. Elles montrent que d'un point de vue exploratoire les agents modulent leurs stratégies en fonction des effets de leur propre comportement sur la performance du système. Ce type de modèle de simulation peut donc être très utile pour explorer plus avant les relations de coordination intrinsèques aux bioclusters et jusqu'alors difficiles à saisir (Waluszewski, 2004; Carbonara, 2004; Peters et Hood, 2000). Fondée sur les principes de rationalité située et d'hétérogénéité des agents, cette approche du cluster, appréhendé comme un système complexe en évolution, contribue également à dépasser la perspective des seules relations industrielles de type « dual market » (Argyres et Liebeskind, 2002) au profit d'une analyse nouvelle s'appuyant sur une métaphore de la relation public/privé.

Ces simulations nuancent l'hypothèse selon laquelle le principe de coopération produit systématiquement de l'émulation et soulèvent la question de la vulnérabilité de tels systèmes. Alors que la question de la vulnérabilité des clusters a surtout été abordée dans la littérature à travers les effets de collusion ou de lock-in technologique (Floysand et Jakobsen, 2002; Peters et Hood, 2000), cette contribution offre une approche différente basée sur des processus stratégiques, difficilement quantifiables. Le paradigme de la vie artificielle permet ainsi d'observer, étape par étape, comment les agents « instrumentalisent » leurs relations (Owen-Smith et Powell, 2003) et modifient leurs stratégies dans un environnement complexe et changeant, ceci dans le but de s'approprier des quasi-rentes. A tout moment, un accident du système, vu comme un artefact, peut considérablement remettre en question la dynamique d'évolution du cluster. On ouvre donc ici la voie à une réflexion portant sur le lien entre la nature des relations stratégiques inter-organisationnelles, leur vulnérabilité potentielle et leur survivance dans le temps.

Comme cela a été souligné, seul un très petit nombre d'études est consacré au rôle des institutions locales au sein des clusters biotechnologies (Dohse, 2000). La perspective évolutionnaire contribue donc à explorer les relations très complexes liant les firmes et les acteurs publics locaux tout en apportant un éclairage sur le rôle régulateur des institutions. La simulation met en évidence (de manière implicite) que ces dernières sont porteuses d'un pouvoir que l'on pourrait affilier au "pouvoir du faible" mis en exergue par Schelling (1960). En effet, sans les institutions, la performance du cluster ne pourrait être maintenue. Le pouvoir du faible tient donc au fait qu'elles sont les acteurs clefs des coordinations stratégiques même si la situation (menaces de désengagement et concessions) ne leur est pas favorable au départ. Plus loin, le modèle soulève l'une des ambiguïtés majeures que l'on retrouve dans les faits stylisés et qui concerne les rapports public/privé dans un biocluster (Leroux, 2004). D'une part, les institutions locales apportent leur concours, tout particulièrement financier, aux firmes de manière à favoriser leur ancrage territorial. D'autre part, ce soutien contribue fréquemment à l'émergence de stratégies opportunistes, les firmes bénéficiant le plus d'avantages étant celles qui sont porteuses d'un fort pouvoir de négociation s'appuyant sur des stratégies de menaces crédibles. Ce phénomène a été tout particulièrement étudié par Dockès (1999) qui qualifie ce pouvoir d'auto-cumulatif. On ouvre donc ici une voie de recherche consacrée aux questions de gouvernance territoriale et de pilotage stratégique en situation d'incertitude environnementale (Powell *et al.*, 2003; Gulati *et al.*, 2000). D'un point de vue managérial, notamment en management public, il s'agit ici d'engager une réflexion sur

la nature des risques systémiques (Dohse, 2000; Peter et Hood, 2000) visant à apporter aux collectivités territoriales une meilleure lisibilité des relations stratégiques susceptibles de se développer dans des clusters de type « génopoles ».

D'un point de vue théorique, le modèle de simulation soulève la question du conflit, du pouvoir et de la définition des règles du jeu stratégique au sein des clusters biotechnologies. Dans cette perspective, l'hybridation des approches évolutionnaire et institutionnaliste (Hodgson, 1998), centrée sur l'analyse des micro-régularités émergeant de l'interaction, peut contribuer à l'investigation de la dimension arbitrale des négociations. En effet, dans le modèle de simulation, les règles du jeu sont à la fois une contrainte pour l'action collective et le produit de cette même action collective. Dès lors, la question qui se pose et qui mérite de plus amples développements est celle de l'émergence et de la diffusion de ces règles du jeu dans un système complexe en évolution. D'un point de vue empirique, ce modèle de simulation ouvre la voie à de nouvelles explorations portant sur la nature des conflits public/privé au sein des bioclusters : nature de ces conflits, processus de résolution adoptés et impacts sur l'évolution du système, préconisations en matière de management territorial.

Si ces simulations heuristiques soulèvent de nouvelles voies de recherche, elles rencontrent néanmoins un certain nombre de limites qu'il est nécessaire de dépasser. La première limite du modèle de simulation réside dans le fait que ce dernier ne met en scène que deux principaux types d'agents, des firmes et des institutions locales. Il s'agit donc à présent de prendre en compte un plus grand nombre d'agents (laboratoires de recherche...) et de relations d'échanges afin d'en renforcer le réalisme. La deuxième limite a trait à la nature « localiste » des relations modélisées. Le modèle de simulation ne prend pas en compte l'enracinement des agents (Granovetter, 1985) dans des réseaux d'acteurs et des relations sociales complexes à l'extérieur du cluster comme le développent Peters et Hood (2000) ou Floysand et Jakobsen (2002). La question ici en jeu est celle des différents niveaux de décision et de leurs impacts sur les relations stratégiques au sein du cluster. La troisième limite du modèle est qu'il n'introduit pas la proximité comme géographique mais seulement comme relationnelle et communicative. Il s'agit donc maintenant d'introduire la notion de distance géographique au sens de Brenner (2001) et Zimmermann (2002). Des outils tels que les MAS (MultiAgents Systems) peuvent ainsi contribuer au renforcement des mécanismes endogènes de raisonnement inductif tout en introduisant des paramètres de proximité géographique.

REFERENCES

- Argyres, N., and J. Liebeskind (2002), Governance inseparability and the evolution of US biotechnology industry, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 47, 197-219.
- Arthur, B. (1994), *Increasing returns and path dependence in the economy*, Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Arthur, W.B., Durlauf S.N. and D. Lane (1997), *The economy as an evolving complex system II*, SFI Studies in the Sciences of Complexity, vol.XXVII, Addison-Westley.
- Audretsch, D., and P.E. Stephan (1996), Company-scientist locational links : the case of biotechnology, *The American Economic Review*, 86:3, 641-652.
- Brenner, T. (2001), Simulating the evolution of localised industrial clusters. An indentification of the basic mechanisms, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4:3.
- Carbonara, N. (2004), Innovation processes within geographical clusters : a cognitive approach, *Technovation*, 24, 17-28.
- Chataway, J., Tait, J., and D. Wield, Understanding company R&D strategies in agro-biotechnology : trajectories and blind spots, *Research Policy*, 33, 1041-1057.
- Dasputa, P., and P. David (1994), Toward a new economics of science, *Research Policy*, 23, 487-521.
- Delerue, H., et E. Simon (2005), Management des relations d'alliance dans les PME de la biotechnologie : confiance ou contrat ?, *XIV^{ème} conférence internationale de management stratégique*, Angers.
- Dyer, J., and H. Singh (1998), The relational view : cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage, *Academy of Management Review*, 23, 660-679.
- Dohse, D. (2000), Technology policy and the regions. The case of the BioRegio contest », *Research Policy*, 29, 1111-1113.
- Ellingsen, T. (1997), The evolution of bargaining behavior, *Quarterly Journal of Economics*, 112:2, 581-602.
- Etzkowitz, H., and L. Leydesdorff (2000), The dynamics of innovation : from national systems and mode 2 to a triple helix of university-industry-government relations, *Research Policy*, 29, 109-123.
- Floysand, A., and S.E. Jakobsen (2002), Clusters, social fields and capabilities, *International Studies of Management and Organization*, 31:4, 35-55.
- Goldberg, D.E. (1989), *Genetic algorithms in search, optimization and machine learning*,

MA : Addison-Westley.

Granovetter, M. (1985), Economic action and social structure : the problem of embeddedness, *American Journal of Sociology*, 91, 481-510.

Grossetti, M. (1998), La proximité en sociologie : une réflexion à partir des systèmes sociaux d'innovation, in Bellet M. Kirat T. et Largeron-leteno C. (eds) *Proximités : approches multiformes*, Lyon, Editions Hermès.

Gulati, R., Nohria, N. and A. Zaheer (2000), Strategic networks, *Strategic Management Journal*, 21:3, 203-215.

Hodgson, G.M. (1998), The approach of institutional economics, *Journal of Economic Literature*, vol. XXXVI, march, 166-192.

Holland, J.H. (1975), *Adaptation in natural and artificial systems : an introduction with application to biology, control and artificial intelligence*, Ann Arbor, University of Michigan Press.

Janszen, F., and G. Degenaar (1998), A dynamic analysis of the relations between the structure and the process of National Systems of Innovation using computer simulation; the case of Dutch biotechnological sector, *Research Policy*, 27, 37-54.

Lee, J., Lee, K. and S. Rho, An evolutionary perspective on strategic group emergence : a genetic algorithm-based model, *Strategic Management Journal*, 23, 727-746.

Kirman, A.P. (1997), The economy as an interactive system, in The Economy as an evolving complex system II, in Arthur W.B. Durlauf S.N. and D. Lane (eds), *SFI Studies in the Sciences of Complexity*, vol. XXVII, Addison-Westley, 491-531.

Lawson, C. (2004), Patenting genetic materials' unresolved issues and promoting competition in biotechnology, *Information Economics and Policy*, 16, 92-112.

Lehrer, M., and K. Asakawa (2004), Rethinking the public sector : idiosyncrasies of biotechnology commercialization, *Research Policy*, 33, 921-938.

Leroux, I. (2004), Les ambivalences des coordinations locales entre négociation, conflits et enjeux de pouvoir. Le cas des partenariats constitutifs d'une génopole à Toulouse, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 4, 513-538.

Luukkonen, T. (2005), Variability in organisational forms of biotechnology firms, *Research Policy*, 34, 555-570.

Mangematin, V., Lemarié, S., Boissin, JP., Catherine, D., Corolleur, F., Coronini, R., and M. Trommetter (2003), Development of SMEs and heterogeneity of trajectories : the case of biotechnology in France, *Research Policy*, 32, 621-638.

- McMillan, G., Narin, F. and D. Deeds (2000), An analysis of the critical role of public science in innovation : the case of biotechnology, *Research Policy*, 29, 1-8.
- Marney, J.P., and F.E. Tarber (2000), Why do simulation? Towards a working epistemology for practitioners of the dark arts, *Journal of Artificial Societies and Social simulations*, 4:3, october.
- Nooteboom, B. (1999), The dynamic efficiency of networks, in Grandori (Ed), *Interfirm networks : organization and industrial competitiveness*, London Routhledge, 91-119.
- Nicolis, G., and I. Prigogine (1994), The fourth european framework program and research on complex systems, The university facing up its european responsibilities, Pisa, 23-26, November.
- Owen-Smith, J., and W. Powell (2003), The expanding role of university patenting in the life sciences : assessing the importance of experience and connectivity, *Research Policy*, 32, 1695-1711.
- Peters, E., and N. Hood (2000), Implementing the cluster approach, *International Studies of Management and Organization*, 30:2, 68-92.
- Porter, M. (1998), Clusters and the new economics of competition, *Harvard Business Review*, 76, 77-90.
- Powell, W., White, D., Koput, K. and J. Owen-Smith (2005), Network dynamics and field evolution : the growth of interorganizational collaboration in the life sciences, *American Journal of Sociology*, 110:4.
- Rausser, G., Simon, L., and H. Ameden (2000), Public-private alliances in biotechnology. Can they narrow the knowledge gaps between rich and poor ?, *Food Policy*, 25, 499-513.
- Roijakkers, N., Hagedoorn, J., and H. van Kranenburg (2005), Dual market structures and the likelihood of repeated ties – evidence from pharmaceutical biotechnology, *Research Policy*, 34, 235-245.
- Saviotti, P. (1998), Industrial structure and the dynamics of knowledge generation in biotechnology, in Senker (ed), *Biotechnology and competitive advantage*, Edward Elgar, Cheltenham, 9-43.
- Schelling, T. (1960), *The strategy of conflict*, Harvard college, Harvard University Press.
- Sherry, E., and D. Teece (2004), Royalties, evolving patent rights, and the value of innovation, *Research Policy*, 33, 179-191.
- Simon, H. (1955), A behavioral model of rational choice, *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.

- Simonin, B.L. (1999), Ambiguity and the process of knowledge transfer in strategic alliances, *Strategic Management Journal*, 20, 595-623.
- Snow, C. and J.B. Thomas (1994), Field research methods in strategic management, *Journal of Management Studies*, 31, 457-479.
- Stuart, T., and O. Sorenson (2003), The geography of opportunity : spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms, *Research Policy*, 32, 229-253.
- Teece, D. J. (1989), Competition and co-operation: Striking the right balance, *California Management Review*, 31:3, 25-37.
- Thietart, R-A (2003), *Méthodes de recherche en management*, 2ème édition, Dunod.
- Vriend, N.J. (2000), An illustration of the essential difference between individual and social learning and its consequences for computational analyses, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24, 1-19.
- Walliser, B. (2000), *L'économie cognitive*, Odile Jacob, Paris.
- Waluszewski, A. (2004), A competing or co-operating cluster or seven decades of combinatory resources ? What's behind a prospecting biotech valley ?, *Scandinavian Journal of Management*, 20, 125-150.
- Zimmermann J.B. (2002), Des « clusters » aux « small-worlds » une approche en termes de proximités, *Géographie, Economie, Société*, 4, 3-27.
- Zucker, L.G., and M.R. Darby (1997), Present at the biotechnology revolution : transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm, *Research Policy*, 26, 429-446.