

Alliances et imitation : antagonisme ou complémentarité dans la diffusion d'une technologie ?

Manuel Cartier

Maitre de conférences au DMSP-DRM, UMR CNRS 7088

Université Paris IX Dauphine, place du Mal de Lattre de Tassigny, 75016 Paris

Tel : 0144054462 Fax : 0144054449

E-mail : manuel.cartier@dauphine.fr

Résumé

Alliances et imitations sont souvent étudiées à travers le prisme de la quête individuelle de compétitivité. Cette recherche propose d'aborder ces stratégies sous un angle collectif et d'étudier leur impact sur la dynamique d'une industrie. Comment se déroule la transition d'une technologie dépassée vers un nouvel équilibre ? Quels rôles jouent les processus d'échanges et de copies de ressources entre les principaux acteurs de ce changement ? Pour répondre à ces questions, une méthodologie spécifique est déployée, à la fois inductive, puisque fondée sur la monographie de l'industrie photographique, et formelle, puisque reposant sur la construction d'un modèle de simulation. Ainsi, à partir d'une collecte de données recensant dans l'industrie photographique les trajectoires technologiques de 33 entreprises, leurs alliances et les mouvements d'imitation, un modèle multi-agents est construit. Une expérimentation réalisée à partir de ce « monde artificiel » éclaire les manifestations d'un changement de technologie, en termes de diffusion et de diversité.

Mots clés : industrie, simulation, innovation, alliance, imitation.

Dans le secteur du stockage de données, des groupements d'entreprises se forment pour développer et promouvoir de nouvelles technologies. D'un côté, Apple, Dell, Sony ou Walt Disney, pour ne citer que quelques unes des firmes qui ont uni leur force, de l'autre, Toshiba, Microsoft, NEC, et Intel. Ces alliances additives massives sont induites par l'importance des efforts de recherche et développement nécessaires et par les rendements croissants d'adoption (Katz et Shapiro, 1985) associés à ces nouvelles technologies. En tant que stratégies de régulation collectives, décrites dans cette industrie par Tellier (2006), elles ont conduit à l'émergence de modèles dominants : la norme *Blu-ray* et la norme HD-DVD (*High Density Digital Versatile Disc*). Dans le secteur du prêt à porter, Warnier et Lecocq (2007) étudient l'imitation collective d'une nouveauté, qui conduit à l'institutionnalisation d'une mode, permettant à la fois la différenciation des produits d'une saison sur l'autre, donc le réachat, mais encore des effets positifs d'agglomération. Dans ces deux industries, alliance et imitation apparaissent comme des processus collectifs répondant à un changement dans l'environnement, que ce soit au niveau technologique (avec les progrès au niveau de la longueur d'onde et du diamètre des lasers utilisés concernant le stockage des données) ou au niveau commercial (avec l'instabilité des goûts des consommateurs et des analyses des bureaux de style concernant les vêtements). Ces deux mouvements stratégiques contribuent à une dynamique d'évolution et de réduction de la diversité au sein d'une industrie.

L'objectif de cet article est de comprendre quel est le rôle des alliances et de l'imitation dans le processus d'adaptation d'une industrie à des changements de son environnement, en particulier au niveau technologique. D'une manière asynchrone tout d'abord, vis à vis de la performance de la population d'entreprises et de sa diversité. D'une manière synchrone ensuite, pour comprendre les interactions entre alliance et imitation

La méthode de recherche retenue est à la fois inductive et formelle. Inductive puisque la dynamique d'adaptation de l'industrie photographique est considérée comme base d'étude, formelle puisqu'un modèle de simulation est construit pour comprendre les mécanismes en jeu et généraliser les conclusions issues d'une observation idiosyncratique.

Dans la première partie de cet article, les bases théoriques de cette recherche sont présentées et une illustration de la dynamique des alliances et de l'imitation est proposée à partir d'une monographie de l'évolution de l'industrie photographique.

Dans la deuxième partie, un modèle de simulation représentatif de l'industrie photographique est construit, à partir d'un algorithme génétique¹.

La troisième partie décrit la collecte des données recueillies dans l'industrie photographique.

Dans la quatrième partie, le comportement du modèle est comparé à ces données.

La cinquième partie présente les résultats de cette recherche et la représentation stylisée du processus d'adaptation d'une industrie.

1. Alliance et imitation : une dynamique ambiguë

Si les travaux empiriques démontrent que plus de 50% des alliances échouent (Porter, 1987), les causes liées aux caractéristiques des partenaires sont bien identifiées (Park et Ungson, 2001) : confiance, bénéfices perçus, concurrence, incompatibilité structurelle... Cependant, la co-évolution d'entreprises au sein d'une industrie issue d'alliances multiples est encore mal comprise, en particulier au niveau de la relation entre diversité et performance.

Le même changement de niveau d'analyse s'impose concernant l'impact de l'imitation sur la dynamique d'une industrie. Les travaux traditionnels, s'inspirant de l'impératif de non-imitabilité des ressources d'une entreprise (Barney, 1991), insistent sur les mécanismes de protection, comme les brevets (Demsetz, 1982) ou la menace crédible de rétorsion (Gimeno, 1999). Mais le succès des stratégies ouvertes, de Linux ou de Mozilla par exemple, batisées *open source* dans le secteur informatique, soulignent les vertus de l'imitation d'une technologie (West, 2003). Il convient donc de peser l'impact de stratégies collectives d'imitation visant à diffuser une technologie au sein d'une industrie (Greve, 2005).

Avant d'étudier les dynamiques relatives des alliances et de l'imitation, dans l'industrie photographique puis au sein d'un modèle de simulation, ces concepts vont être définis.

1.1. Les alliances

La caractéristique fondamentale des alliances stratégiques est l'existence d'une certaine concurrence, au moins potentielle, entre des entreprises ayant affirmé leur volonté de coopérer. C'est un état intermédiaire entre la concurrence ouverte arbitrée par le marché et le rapprochement définitif. Une alliance stratégique est l'association entre des entreprises

¹ Modèle au sein duquel des agents, représentation stylisés d'entreprises, évoluent par mutation, recombinaison de leurs caractéristiques et sélection.

concurrentes qui choisissent de mener à bien un projet ou une activité spécifique en coordonnant les compétences, moyens et ressources nécessaires. Pour Powel et *al.*, « quand la base de connaissances d'une industrie est à la fois complexe et grandissante, et que les sources d'expertise sont largement dispersées, la capacité d'innovation réside plus dans les réseaux d'apprentissage que dans les entreprises individuelles »² (1996 : 116). Les alliances seraient donc la source d'un des processus déterminants dans l'adaptation d'industries à une rupture technologique. Hagedoorn (1993) isole trois motivations de participation à une alliance technologique, liées à la R&D, au processus d'innovation et à l'accès au marché. Il considère que ces deux premières motivations sont sources de fertilisation croisée de champs technologiques, de capture des connaissances tacites du partenaire et de transferts de technologies (processus d'innovation), et sont de plus en plus pertinentes dans les industries à forte intensité technologique. Mothe et Quélin (2001) distinguent également trois fonctions des alliances, combiner des compétences tacites et/ou complémentaires, acquérir ou échanger des ressources, créer de la valeur et accélérer l'adaptation de l'entreprise à son environnement. Pour Koza et Lewin, « les partenaires espèrent apprendre et acquérir l'un de l'autre des technologies, produits, talents et connaissances (...) chaque partenaire apporte une capacité distinctive et contribue ainsi à l'alliance » (1998 : 256). Les alliances sont donc susceptibles de modifier l'évolution d'une industrie, par agrégations successives des compétences de ses membres.

1.2. L'imitation

Une stratégie d'imitation consiste en un benchmark des ressources des entreprises les plus performantes par les concurrents. La réplique d'une technologie peut jouer un rôle essentiel dans l'acquisition d'un avantage compétitif (Barney, 1991). De même, la rente d'une organisation dépend de sa capacité à se protéger de l'imitation des concurrents (Rumelt, 1984). Carroll (1993 : 246) note que « l'hétérogénéité ne persiste pas toujours. Dans certaines industries, l'imitation est relativement aisée et les entreprises suivent simplement les leaders ». Si l'imitation a été longtemps délaissée par les chercheurs au profit de l'innovation, mode plus noble d'évolution, Lieberman et Asaba (2006) légitiment cette dynamique. Ils distinguent ainsi Par ailleurs, Greve (2005) considère simplement que « les entreprises peuvent apprendre à partir des innovations réalisées par d'autres » (2005 : 1025). Quelle que

² « When the knowledge base of an industry is both complex and expanding and the sources of expertise are widely dispersed, the locus of innovation will be found in networks of learning rather than in individual firms ».

soit la logique de l'isomorphisme, coercitif, mimétique ou normatif (Mizruchi et Fein, 1999), utilitariste, conventionnel ou référentiel dans l'industrie des radio musicales (Mouricou, 2006), ses effets doivent être étudiés non plus au niveau d'une entreprise (imitatrice ou imitée) mais au niveau de l'industrie, de par sa capacité à s'adapter à une rupture technologique dans une logique collective. En effet, « l'apprentissage interorganisationnel est sensé produire de l'homogénéité » (Greve, 2005 : 1039) et comporte un risque, en entraînant des bulles mimétiques. Dumez et Jeunemaitre (1996) montrent par exemple comment le mimétisme a entraîné le secteur cimentier dans une crise de surcapacité. Mais « l'utilisation discontinue d'imitation et d'apprentissage individuel » peut permettre la diffusion d'information (Greve, 2005 : 1039). En effet, « si les pionniers ont choisi un bon système de production, l'imitation accélère la convergence de l'industrie autour d'une bonne solution³ (Lieberman et Asaba, 2006 : 370)

1.3. Alliances et imitation dans l'industrie photographique

Avec l'arrivée de la technologie numérique, les changements dans l'industrie photographique ont été importants, en termes d'innovation produit, de changement dans les positions concurrentielles ou d'entrée sur le marché de nouveaux acteurs. En 2005, la part de marché des appareils numériques dépassait 99% en France, alors qu'elle était négligeable dix ans auparavant. Les appareils argentiques ont été relégués au rang d'antiquité. La technologie CCD, base de la technologie numérique appliquée à la photographie, a progressé régulièrement. L'alignement entre la technologie et les besoins du consommateur s'est effectué en 1999. Les progrès réalisés dans la technologie CCD a permis la réalisation de capteurs atteignant les 2 millions de pixels⁴, tandis que le seuil susceptible de faire basculer un grand nombre de consommateurs vers la photo numérique se situait autour de 2 millions de pixels. Le premier appareil numérique grand public (à un prix inférieur à 1000\$) a été lancé par Apple en 1994. Avec l'arrivée de la technologie numérique, les changements dans cette industrie ont été importants, en termes d'innovation produit, de changement dans les positions concurrentielles ou d'entrée sur le marché de nouveaux acteurs. Les alliances, visant à établir de nouveaux standards (pour l'appareil avec l'APS, les cartes mémoires avec les normes compact flash ou microdrive, les écrans avec les technologies organiques ou électroluminescentes...) ont été très nombreuses. Par ailleurs, de nombreuses entreprises

³ « If early movers have chosen a productive path, imitation accelerates the industry's convergence on a good solution ».

⁴ « The 1998 –1999 DIMA Data Digital Imaging Industry Trends Report, 1999 ».

(Sanyo, Pan Acer, Hawking Technology, Foxlinks Peripheral et Umax UK pour les plus importantes), ne déposent pas ou peu de brevets liés à la photographie mais lancent plusieurs nouveaux appareils numériques sur le marché chaque année, en utilisant des technologies développées par leurs concurrents.

2. Modélisation des alliances et de l'imitation au sein d'une industrie

Dans le but d'étudier la dynamique des alliances et de l'imitation au sein d'une industrie, un modèle de simulation a été développé. Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité dans laquelle le phénomène auquel on s'intéresse est cerné par un ensemble restreint de variables d'entrée et de sortie et de liens entre ces variables (Gilbert et Troitzsch, 1999). Le modèle sert à générer *in vitro* des données, lesquelles peuvent ensuite être comparées à des données collectées *in vivo*. Parmi plusieurs familles de modèles (voir Cartier, 2006, pour une taxonomie), l'algorithme génétique a été utilisé. Ce modèle, développé par Holland en 1975, permet de faire évoluer une population d'agents, en utilisant la sélection naturelle et des opérateurs inspirés de la génétique. Il utilise des vecteurs d'apprentissage individuels, d'échange et de mimétisme permettant à des agents de s'adapter. En tant qu'outil de résolution de problèmes, l'algorithme génétique est recommandé lorsque la combinaison d'un nombre important de solutions et de relations non linéaires rend impossible une résolution analytique (exemple du problème du voyageur de commerce). Selon Bruderer et Singh « l'algorithme génétique peut être utilisé pour représenter des formes organisationnelles par des chaînes de symboles abstraits dans lesquelles chaque symbole incarne un choix particulier de routine » (1996 : 1327).

2.1. Des agents sur un terrain d'adaptation changeant

Chaque agent, entreprise idéalisée, est constitué de 100 bits, représentant un portefeuille de choix technologique. Ces bits peuvent prendre deux valeurs. Les agents peuvent donc prendre une multitude de formes possibles (2^{100}) : une exploration exhaustive de cet espace, à l'image d'un processus d'innovation totalement planifié dans l'organisation, est impossible. Notre modèle utilise un terrain d'adaptation : à chaque bit correspond une performance. Dans ce cadre, une métaphore de l'adaptation des organisations à leur environnement est trouvée dans le déplacement d'agents progressant le long des pentes du terrain. Bruderer et Singh considèrent que « les terrains d'adaptation organisationnels sont des métaphores utiles pour

décrire la dynamique de l'évolution d'organisations » (1996 : 1325). Levinthal (1997) formalise les apports du concept de terrain d'adaptation en sciences sociales, « point de départ utile pour l'analyse des processus d'adaptation et de sélection (...) carte unissant une caractérisation des formes organisationnelles à un état de performance ou de propension à la survie » (1997 : 935). Dans le modèle, chaque bit contribue à la performance avec un poids identique. Les bits « 1 » sont valorisés tandis que les « 0 » ne le sont pas. C'est un terrain lisse avec un optimum unique. La performance d'un agent est donc égale à 100 si ses caractéristiques sont idéales (l'agent est placé sur le pic le plus haut du terrain d'adaptation).

2.2. Modélisation de l'apprentissage individuel par mutation

Barney constate que « de plus en plus fréquemment, l'avantage concurrentiel d'une entreprise semble dépendre de nombreuses petites décisions à travers lesquelles les ressources et compétences sont développées » (1995 : 54). De plus, les organisations cherchent des solutions dans le voisinage de leur position actuelle. Dans le modèle, la transformation des agents est aléatoire. A chaque période, chacune des caractéristiques change avec une probabilité : le taux de mutation. Si la performance après mutation est supérieure, l'agent conserve ses nouvelles caractéristiques. Le taux de mutation choisi est de 1%⁵.

2.3. Modélisation des alliances par croisement

Une alliance est considérée comme un vecteur d'échange de technologies et modélisée par la recombinaison d'agents. Dans le modèle, pour chaque alliance observée dans l'industrie, deux agents sont sélectionnés aléatoirement, à la période correspondant au moment où l'alliance est recensée. Dans une alliance, chaque partenaire apporte à l'autre une partie de ses caractéristiques. Dans le modèle, un croisement est effectué à partir des deux agents sélectionnés (figure 1).

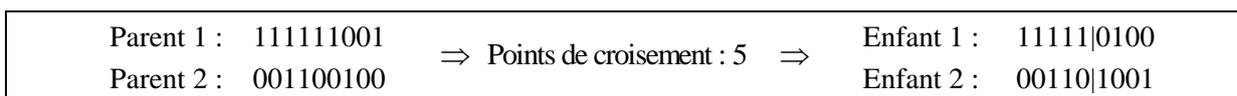


Figure 1 – Le croisement : exemple avec des agents composés de neuf bits

⁵ Bäch (1993) recommande en effet un taux égal à 1/N (N étant le nombre de caractéristiques composant les agents).

Les deux agents « parents » croisent leurs caractéristiques pour former deux agents « enfants ». Chaque agent issu du croisement est ensuite comparé à un des ses « parents ». Si sa performance est supérieure, il le remplace. Sinon, le chromosome « parent » reste inchangé.

2.4. Modélisation de l'imitation par sélection et réinsertion d'agents

Pour Haunschild et Miner, « avec une imitation fondée sur la performance, les organisations imitent les pratiques qui apparaissent avoir produit par le passé de bons résultats pour les autres organisations et évitent les pratiques associées à de mauvais résultats » (1997 : 472). Dans le modèle, à chaque période, le meilleur agent est sélectionné. Il représente l'entreprise qui est imitée. Les caractéristiques de cet agent sont dupliquées, après mutation aléatoire de certaines d'entre elles. La copie est donc imparfaite, dans la mesure où « un imitateur peut ne pas comprendre parfaitement les opérations de l'entreprise exemplaire, ne pas avoir un accès complet à l'étalon » (Rivkin, 2000 : 828).

3. Collecte de données réelles et paramétrage du modèle

Un modèle simple représentant une industrie étant construit, la collecte de données consiste à mesurer au sein de l'industrie photographique les variables permettant de construire un modèle représentatif de cette dernière. La période étudiée couvre 10 années, de 1994 à 2003.

3.1. Frontière de la population d'entreprises

L'industrie considérée est celle des fabricants d'appareils photographiques (hors appareils jetables). Les activités annexes à la production d'appareils (pellicules, développement...) sont exclues. Un recueil de données exhaustif au niveau cette population est délicat. En effet, le recoupement de plusieurs listes proposées par des associations professionnelles (*Photo Marketing Association, Future Image Report...*) a permis d'identifier a priori 341 fabricants d'appareils photographiques. Seules 33 entreprises ont été retenues. Sur cette population, 20 entreprises étaient présentes en 1994 (Kodak, Leica et Rollei pour les plus anciens), émergence de la technologie numérique ; 13 entreprises sont entrées sur le marché de la photographie après 1994 (Matsushita, Sony, Sanyo...).

3.2. Définition d'une position technologique à partir des produits introduits sur le marché

Dans l'industrie photographique, la position technologique de chaque entreprise entre 1994 et 2003 a été mesurée. Cette position technologique dépend des compétences détenues par une entreprise à un instant donné. Parce que les compétences ne sont pas directement observables, ces dernières ont été mesurées à travers leur conséquence la plus visible : l'innovation. Pour Danneels, « l'innovation-produit conduit le renouvellement organisationnel par l'exploitation et l'exploration des compétences de l'entreprise »⁶ (2002 : 1096). Dans l'industrie photographique, trois types d'innovation produit peuvent être distingués :

- Les innovations « argentiques » : 35 mm, instantané et 110 mm.
- Les innovations « numériques ».
- Les innovations utilisant le standard APS (lancé simultanément en 1996 par un groupe de cinq entreprises), autrement dit une combinaison des technologies argentiques (pour la pellicule qui reste photosensible) et numérique (pour la bande magnétique stockant des données numérisées concernant la prise de vue).

Pour chaque entreprise, les produits lancés entre 1994 et 2005 ont été identifiés⁷. Le tableau 1 présente l'évolution de l'adaptation à la technologie numérique exprimée en pourcentage des innovations utilisant la technologie numérique.

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Adaptation à la technologie numérique	0%	6%	20%	36%	45%	51%	58%	70%	74%	91%	95%	97%

Tableau 1- Evolution de l'adaptation à la technologie numérique

3.3. La diversité des positions technologiques des entreprises

Chaque entreprise a suivi des trajectoires d'adaptation différentes. Par exemple, les alliés de l'APS se sont adaptés incrémentalement tandis que les entreprises proposant des produits haut de gamme ont maintenu la technologie argentique jusqu'à ce que ses performances soient excellentes, pour ensuite opérer une transition rapide. On observe donc une diversité dans

⁶ « Product innovation drives organizational renewal by exploiting and exploring firm competences ».

⁷ Pour les appareils numériques, la *Digital Photography Review* propose l'inventaire des lancements d'appareils numériques grand public effectués par 23 marques, soit au total 792 lancements. Le site *Letsgodigital* a également été utilisé. La fiabilité de la base construite, en comparant les produits présentés par les entreprises sur leur site institutionnel. Pour les appareils utilisant la technologie argentique et pour les appareils APS, la base construite par un particulier japonais a été utilisée, après comparaison aux produits vendus par le site internet *Amazon*.

l'adaptation des entreprises à la technologie numérique. Pour quantifier la dispersion entre les adaptations des 33 entreprises, l'écart type a été utilisé : un indicateur à 0 indique une parfaite homogénéité dans les adaptations, un indicateur égal à 1, une hétérogénéité maximale. L'évolution de la diversité au sein de l'industrie photographique apparaît dans le tableau 2.

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Diversité de positions technologiques	0	0,16	0,27	0,35	0,41	0,4	0,34	0,33	0,29	0,2	0,12	0,05

Tableau 2- Evolution de la diversité dans l'adaptation à la technologie numérique

Cette forme d'évolution est cohérente avec les modèles théoriques de cycle de vie technologique : le cycle commence par une homogénéité des positions liée à l'hégémonie de la technologie argentique, il se poursuit par une phase de révolution organisationnelle, synonyme de forte croissance de la diversité et s'achève par l'émergence d'un nouveau modèle dominant.

3.4. Transformation des entreprises par l'innovation

La capacité individuelle de changement a été opérationnalisée à partir du nombre de brevets déposés par chaque entreprise. Abraham et Moitra (2001) distinguent en effet trois types de mesure de l'intensité des activités d'innovation : les dépenses en R&D, le compte des nouveaux produits et le compte de brevets déposés. Pour Paoli et *al.*, « les brevets constituent une source unique d'information technologique » (2003 : 2). Les brevets américains ont été choisis, dans la mesure où Stuart considère que « les Etats-Unis sont la plus grande place de marché technologique au monde »⁸ (2000 : 797). Le taux de mutation de chaque agent représentatif d'une entreprise a été fixé à partir du nombre de brevets déposés par cette dernière.

3.5. Comptage des alliances entre entreprises concurrentes

Pour recenser les alliances dans l'industrie photographique impliquant au moins deux des 33 entreprises retenues dans la base, la méthode de « comptage d'alliances à partir de la littérature » (Hagedoorn, 2002 : 491) a été employée. Trois sources ont été utilisées : des documents émis par les entreprises concernées (communiqués de presse, rapports annuels...),

⁸ « U. S. is the world's largest technology marketplace ».

une base de 200000 articles issus de 5000 revues francophones, les publications réalisées par la *Photo Marketing Association* et la *Digital Photography Review*. Seules les alliances qui concernent directement la photographie numérique, et qui sont liées à la recherche fondamentale, le développement de nouveaux produits ou le transfert de technologies, ont été retenues. Le tableau 3 présente la répartition dans le temps des 88 alliances qui ont ainsi été isolées, comme le développement en 1999 par Sanyo et Kodak d'une nouvelle génération d'écrans plats pour appareils numériques fondée sur l'électroluminescence, ou le partenariat entre Pentax et Samsung unité en 2005 et visant à développer une nouvelle génération d'appareils reflex.

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Nombre d'accords	0	4	8	12	12	10	19	16	5	2	4	3

Tableau 3- Dénombrement des alliances dans l'industrie photographique

3.6. Imitation

Comment quantifier l'importance des processus d'imitation dans une industrie ? La plupart des recherches qui utilisent l'imitation comme variable explicative ont recours à une opérationnalisation contestable. En effet, l'imitation est appréhendée par l'homogénéité des caractéristiques des entreprises. Hors, l'imitation est un type de processus parmi d'autres qui conduit à une diversité réduite dans une industrie (de même que les alliances ou les effets d'échelle externes). La mesure d'un processus par ses conséquences présente donc certains biais si ces conséquences peuvent être attribuées à d'autres processus. C'est pourquoi nous avons choisi une opérationnalisation différente, à partir des manifestations du concept. Selon Jovanovic et MacDonald, « l'imitation et l'innovation tendent à être des substituts, une entreprise s'appuie principalement sur l'une ou l'autre »⁹ (1994 : 28). Si l'imitation est une action stratégique difficilement observable, tel n'est pas le cas de l'innovation. Ainsi, si toutes les entreprises n'optent pas pour une stratégie d'innovation, cela atteste que l'imitation est un processus actif dans l'industrie considérée. En d'autre termes, Jovanovic et MacDonald considèrent que « l'inégalité technologique (...) fait naître l'effort d'imitation nécessaire pour conduire la diffusion [d'une nouvelle technologie] »¹⁰ (1994 : 28). La mesure de l'intensité

⁹ « Imitation and innovation tend to be substitutes, a firm relies mainly one or the other ».

¹⁰ « Technological inequality (...) spawns the imitative effort needed to drive the diffusion [of a new technology] ».

des processus d'imitation au sein d'une industrie consiste donc à appréhender les inégalités technologiques, c'est à dire la dispersion inter-entreprises dans les efforts d'innovation (opérationnalisés par les dépôts de brevet). L'indicateur de dispersion qui satisfait les principes fondamentaux (égal à zéro en cas d'équirépartition, transfert et invariance d'échelle) est l'indice de concentration de Gini. Les mesures réalisées dans l'industrie photographiques sont présentées dans le tableau 4.

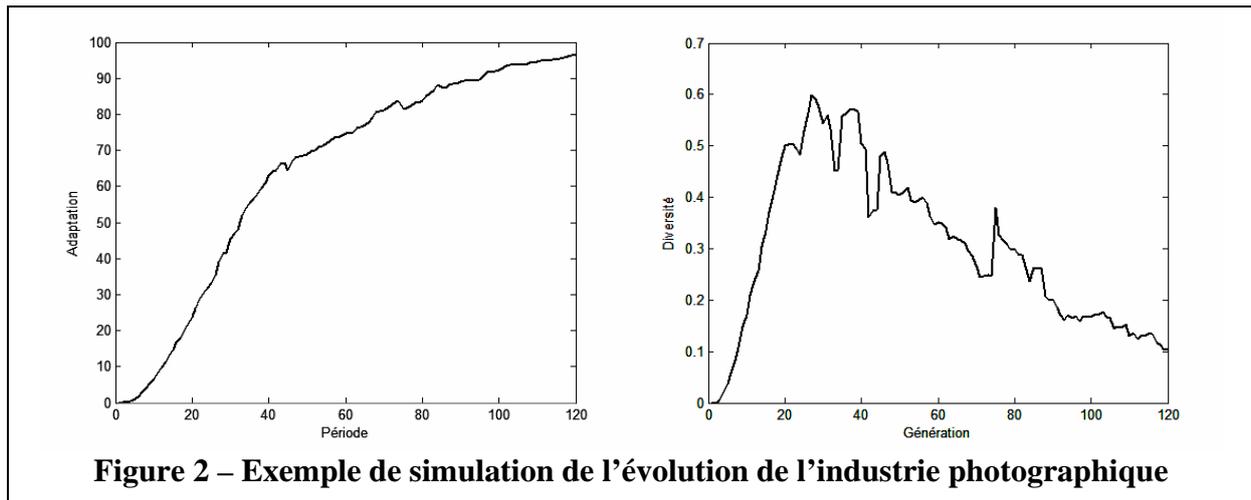
Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Taille de la population	20	20	20	22	27	27	28	31	31	31	31	31
Indice de Gini	0,73	0,73	0,78	0,78	0,79	0,79	0,78	0,79	0,81	0,75	0,78	0,76

Tableau 4- Dispersion des dépôts de brevet dans l'industrie photographique

Il n'existe que peu de critères pour déterminer si un coefficient de Gini est important ou faible (Powell, 2003). C'est pourquoi un recueil de données similaire à celui réalisé dans l'industrie photographique a été effectué dans l'industrie automobile, à partir de la même base de données et sur la même période : l'indice calculé est égal à 0,554. Il est donc possible d'affirmer que l'imitation au sein de l'industrie photographique est globalement forte entre 1994 et 2003. Ces résultats sont cohérents avec l'inertie associée aux stratégies d'innovation et d'imitation (Hannan et Freeman, 1984). Les facteurs clés de succès associés à l'une ou l'autre sont très différents et ne peuvent faire l'objet d'un avantage concurrentiel qu'avec le temps (Cohen et Levinthal, 1990).

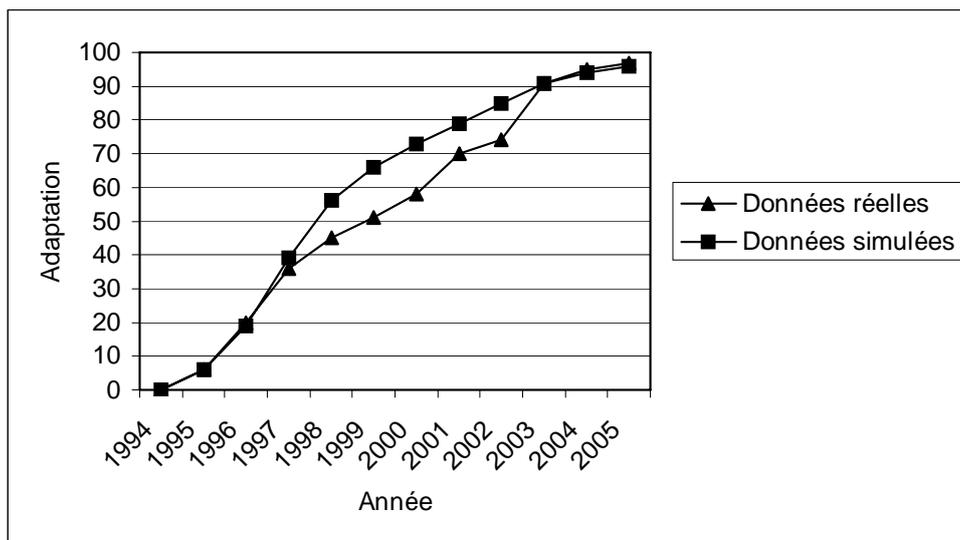
4. Validité du modèle de simulation

Il est possible de juger du bon comportement d'un modèle uniquement si ce dernier a été paramétré, ou « nourri » avec des données réelles (Axtell, 2000). La validité n'est pas prédictive. Le modèle n'a pas pour objectif d'inclure toutes les sources de variance présentes dans une population d'entreprises. Il n'est pas nécessaire que les résultats des simulations soient la réplique exacte des données réelles. Il convient, par contre, de montrer que les évolutions en tendance des variables réelles et simulées sont comparables. La figure 2 permet d'observer l'évolution de l'adaptation des agents et de la diversité au sein de la population, à partir d'une simulation.



Au cours de cette simulation, les agents s'adaptent au nouveau terrain, à travers les trois mécanismes permettant cette évolution favorable : apprentissage individuel, échanges entre agents et imitation. A la période 0, les agents sont exclusivement composés de caractéristiques non valorisés par le terrain d'adaptation. A la période 120, environ 95% de leurs caractéristiques sont adaptés au terrain. Par ailleurs, la diversité au sein de la population d'agents progresse, d'une situation initiale où tous les agents sont identiques, jusqu'à un maximum situé à une période intermédiaire, pour ensuite diminuer. La non linéarité de la progression est issue du caractère stochastique des évènements liés à l'adaptation.

Les figures 3 et 4 permettent de comparer les données produites par le modèle et celles mesurées dans l'industrie photographique.



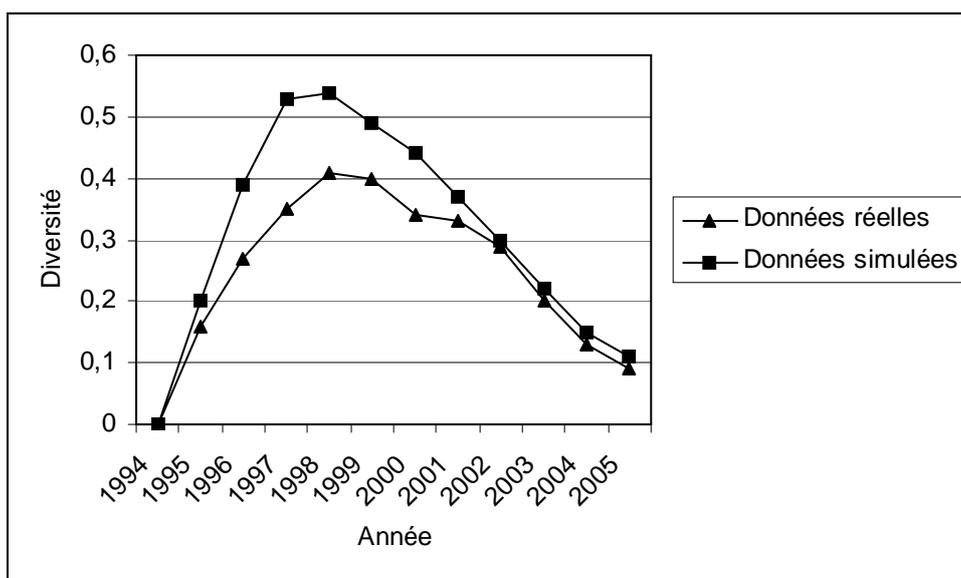


Figure 4 – Diversité réelle et simulée dans l'industrie photographique

Si la tendance des deux courbes est globalement proche, le coefficient de corrélation des rangs de Spearman entre la croissance de l'adaptation réelle et la croissance de l'adaptation simulée est égal à 0,636 ; celui entre diversité réelle et simulée égale à 0,976. L'adéquation du modèle étant démontré, il est maintenant possible d'utiliser le modèle pour étudier les effets des alliances et de l'imitation sur la diffusion d'une technologie.

5. Vers une représentation des processus d'adaptation par alliance et par imitation

5.1. Etude de l'impact des alliances sur l'adaptation d'une industrie

Comme on peut l'observer dans la figure 5 (gauche), les alliances contribuent nettement à l'adaptation de l'industrie. Alors que l'adaptation est proche de 60 sans alliances, elle dépasse les 90 avec alliances. Dans le modèle, cela signifie que les agents représentatifs des entreprises ont réussi à découvrir en moyenne 90 des 100 ressources valorisées par l'environnement (ou terrain d'adaptation), la recombinaison de caractéristiques différentes ayant permis de découvrir de nouvelles configurations. Les alliances transforment donc la diversité contenue dans l'industrie en performance (figure 5, droite).

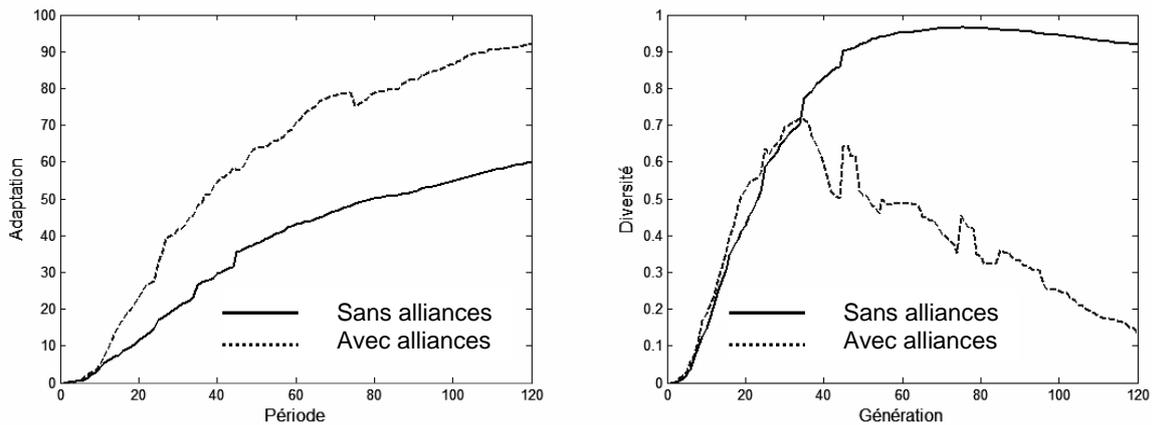


Figure 5 : simulation de l'impact des alliances

Les alliances permettent donc, collectivement d'atteindre des niveaux de performance élevés. Le processus d'adaptation repose sur des échanges fertilisant la diversité de la population d'organisations et sur l'exploration collective d'un environnement complexe en renouvelant des blocs de ressources. Pour Henrickson et McKelvey, « la diversité met en place des tensions adaptatives produisant des flux d'énergie et d'information qui favorisent [...] l'auto-organisation et l'accroissement de la complexité [...] et conduisent à un changement technologique rapide » (2002 : 7294). Les alliances utilisent comme « carburant » les différences entre partenaires, et sont donc d'autant plus efficace que la diversité est grande au sien de l'industrie.

Dans l'industrie photographique, les cartes « Compact-Flash » ont été développées par plusieurs entreprises de natures diverses (Canon, Epson, HP, Nikon, Matsushita, Polaroid, Ricoh, Sanyo...), au travers de partenariats répétés. Les entreprises ont apporté des ressources hétérogènes et ont intégré différemment le système « Compact-Flash » à leur ligne de produits. La dynamique de la diffusion des technologies réside ici dans les échanges et la diversité.

5.2. Etude de l'impact de l'imitation sur l'adaptation d'une industrie

Comme on peut l'observer dans la figure 6 (gauche), l'imitation contribue nettement à l'adaptation de l'industrie. Alors que l'adaptation est proche de 60 sans imitation, elle atteint les 80 avec imitation. L'imitation, tout comme les alliances, transforment donc la diversité industrielle en performance (figure 6, droite). Toutefois, l'écart d'adaptation lié à l'imitation se fait en majeure partie entre la période 20 et la période 40. Avant la période 20, la diversité est encore trop faible et aucune entreprise ne dispose de ressources réellement meilleures que

celles de ses concurrents. Après la période 40, deux phénomènes se conjuguent pour réduire les effets positifs de l'imitation. Tout d'abord, les agents convergent, ce qui diminue le potentiel d'apprentissage par imitation (autrement dit la différence entre l'agent le plus performant et les autres). Ensuite, les agents approchent de l'optimum, les erreurs aléatoires de copies issues de l'imitation sont donc de plus souvent en défaveur de l'agent imitateur.

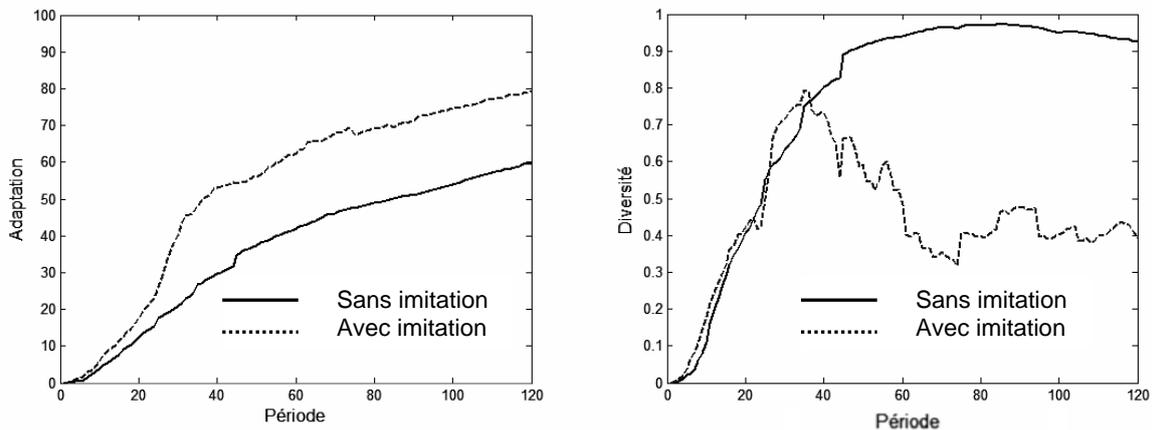


Figure 6 : simulation de l'impact de l'imitation

L'imitation permet à une industrie d'atteindre des niveaux de performance élevés. Le processus d'adaptation repose sur la convergence des organisations autour d'un équilibre technologique unique. La population progresse donc d'un seul bloc, en maintenant sa diversité à un niveau faible et en diffusant rapidement les progrès réalisés par une organisation à l'ensemble de la population.

Dans l'industrie des magnétoscopes, les producteurs japonais ont bénéficié tôt de la convergence autour de la cassette magnétique comme moyen de stockage. Sony, le pionnier, avait identifié que la cassette était plus efficace que des solutions alternatives, comme le videodisc développé par l'américain RCA. Les concurrents japonais de Sony ont concentré leurs efforts sur l'amélioration de la technologie magnétique, ce qui leur a permis de dominer le marché mondial (Rosenbloom & Cusumano, 1987). De même, dans l'industrie photographique, les cartes « Memory Stick » ont été développées par une entreprises seule : Sony. Cette dernière utilise la cession de licence (par exemple à Samsung en 2001 ou à Philips en 2003) pour diffuser sa technologie à l'ensemble de l'industrie. Sony compte également sur les effets bénéfiques de l'imitation dans des catégories de produit complémentaires (ordinateurs, caméscopes, téléphones portables) pour imposer ce standard (Munir et Phillips, 2002). La dynamique de la diffusion des technologies réside ici dans la

convergence. « L'imitation tend à être socialement bénéfique _ et potentiellement profitable_ dans des situations où les imitateurs se complètent »¹¹ (Lieberman et Asaba, 2006 : 381). Cette complémentarité se produit notamment dans des secteurs à forts effets d'agglomération et externalités de réseau, ce qui est le cas de l'industrie photographique puisque la diffusion du numérique accroît la présence d'acteurs complémentateurs, comme les laboratoires de développement, et ainsi les bénéfices retirés de cette technologie. Dans un autre secteur, celui de l'hôtellerie, Baum et Haveman (1997) observent que les nouveaux entrants tendent à localiser leur hôtel à côté des concurrents, car l'agglomération attire les clients et les services annexes. De même Moriguchi et Lane (1999) expliquent comment Coca et Pepsi, en copiant mutuellement durant plusieurs décennies leur communication, distribution et nouveaux produits, sont progressivement devenus plus forts et ont évincés leurs concurrents.

5.3. Etude de l'impact joint des alliances et de l'imitation sur l'adaptation d'une industrie

Comme on peut l'observer dans la figure 7 (gauche), l'adaptation avec alliances seules ou avec alliances et imitation n'est pas, in fine, fondamentalement différente. Alors que l'imitation seule contribuait à l'adaptation de l'industrie (figure 6), sa combinaison avec les alliances n'est pas efficace. La cause de cet effet joint négatif vient de l'utilisation synchrone du même vecteur : la diversité au sein de la population d'agents. Dans une première étape, la diversité reste à un niveau relativement élevé, avec ou sans imitation, le système profitant des efforts de recherche individuels des agents. L'imitation joue alors pleinement son rôle en permettant la diffusion des meilleures caractéristiques au sein de la population d'agents. L'adaptation avec imitation est donc supérieure à celle sans imitation (figure 7, gauche). Mais cette dynamique épuise la diversité, qui diminue plus vite dans les simulations avec imitation (figure 7, droite). Ainsi, dans une seconde étape, imitation et alliances ne peuvent plus profiter de la diversité requise, et le niveau d'adaptation progresse moins vite que dans les simulations sans imitation (figure 7).

¹¹ « Imitation tends to be socially beneficial—and potentially profitable—in situations where the imitators complement each other ».

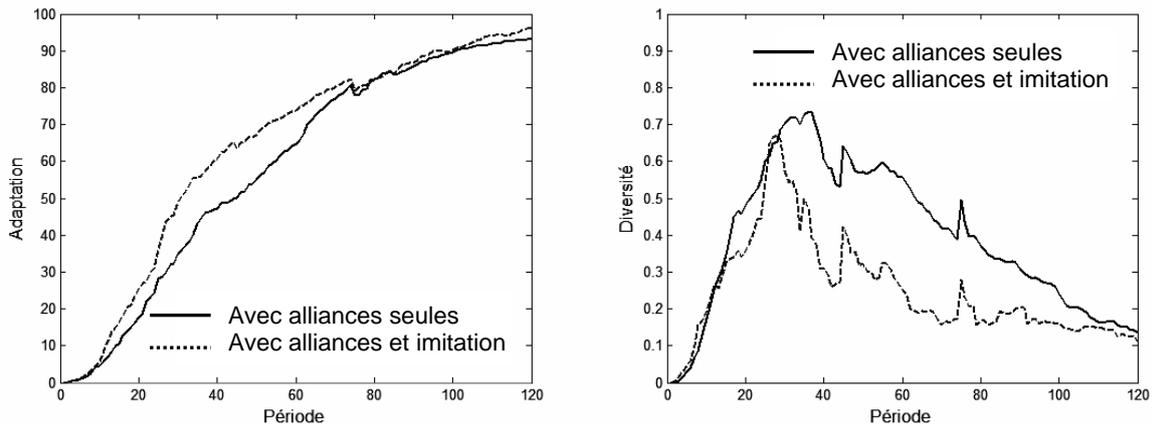


Figure 7 : simulation de l'impact joint des alliances et de l'imitation

Cet épuisement de la diversité peut voir ces effets néfastes accentués si le chemin pris par les imitateurs s'avère non optimal, auquel cas l'industrie toute entière peut se trouver dans un « piège à compétences »¹² (Levitt & March, 1988; Miner & Haunschild, 1995). En comparaison, « lorsque les entreprises agissent indépendamment, elles convergent plus lentement, mais la diversité des approches évite les pires résultats et est collectivement plus robuste »¹ (Lieberman et Asaba, 2006 : 380). Ainsi, en réduisant la dispersion des stratégies des entreprises, l'imitation augmente le risque systémique. Lorsque les entreprises s'imitent en environnement incertain, elles font toutes le même pari concernant l'avenir, accroissant ainsi le risque de perte massive. Le développement de la télévision haute définition illustre cet argument. Les japonais ont adoptés massivement dès les années 1980 la technologie analogique. La rapide émergence de la technologie numérique dans les années 90 a permis à des acteurs américains (comme Zentih Electronic) de s'imposer sur ce marché au dépend des japonais.

6. Conclusion

Les résultats de cette recherche mettent en perspective l'étude de systèmes adaptatifs à partir des théories de la complexité (Marion, 1999). Comme l'affirme Holland (1995), la diversité apparaît comme la principale énergie permettant l'adaptation. Cette diversité peut être utilisée par plusieurs moteurs, comme les alliances ou l'imitation, mais n'est pas inépuisable. Au lieu de se réjouir de la convergence d'une industrie autour d'un standard, ou modèle dominant, la diversité doit être au cœur des stratégies collectives des organisations, comme le réclamaient

¹² « competency trap ».

McDaniel et Walls (1997) pour les stratégies individuelles. Si cet article démontre l'intérêt de la diversité sous un angle dynamique, les effets pervers de la diversité à un instant donné ne doivent pas être négligés, comme l'absence d'effets d'agglomération (Weber, 1929) mis par exemple en évidence par Chung et Kalnins (2001). Ensuite, Garcia-Pont et Nohria (2002) démontrent à partir de l'étude du secteur automobile qu'alliances et imitation sont paradoxalement des comportements plus fréquents au sein d'un même groupe stratégique, c'est-à-dire entre des entreprises présentant déjà un degré de similarité. Il n'y a donc pas de stratégies purement individuelles ou collectives mais une recherche de stratégies intégrées au sein d'un ensemble restreint d'organisations.

Il appartient aux entreprises de simultanément cultiver le mimétisme « global », à travers l'information dans les revues spécialisées ou chez les syndicats professionnels, et le mimétisme « local » grâce aux accords de licence et d'association. Les entreprises doivent également bien identifier les points positifs et négatifs liés à la convergence et réaliser des arbitrages réfléchis. Il faut donc prendre en considération les bénéfices collectifs potentiels des alliances et de l'imitation (accélération de la diffusion d'une technologie, intensification des efforts de recherche et développement, construction d'effets de réseaux) mais aussi leurs risques, liés à la diminution de la diversité (compétition destructrice, sur-investissement et risque systémique accru). Le débat sur la diversité requise au sein d'une espèce existe depuis longtemps en biologie, et il n'est pas toujours pas clairement établi, même pour une espèce végétale, que la diversité (ici la bio-diversité) lui permette de s'adapter à un environnement hostile (Naeem, 2002). Comment pourrait-il en être autrement en sciences des organisations ?

Bibliographie

- Abraham B. P. et Moitra S. D., « Innovation Assessment through Patent Analysis », *Technovation*, 21(4), p. 245-252, 2001.
- Axtell R., « Why Agents? On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences », papier de recherche, CSED, No. 17, 2000.
- Bäck T., « Optimal Mutation Rates in Genetic Search », *Proceedings of the fifth International Conference on Genetic Algorithm*, CA: Morgan Kaufmann, p. 2-8, 1993.
- Barney J. B., « Firm Resources and Sustained Competitive Advantage », *Journal of Management*, 17(1), p. 99-120, 1991.
- Barney J. B., « Looking Inside for Competitive Advantage », *Academy of Management Executive*, 9(4), p. 49-61, 1995.
- Baum J. A. C. et Haveman H. A., « Love Thy Neighbor? Differentiation and Agglomeration in the Manhattan Hotel Industry, 1989-1990 », *Administrative Science Quarterly*, 42, p. 304-338, 1997.
- Bruderer E. et Singh J., « Organization Evolution, Learning, and Selection: A Genetic-Algorithm-Based Model », *Academy of Management Journal*, 39(5), p. 1322-1349, 1996.
- Carroll G. R., « A Sociological View on Why Firms Differ », *Strategic Management Journal*, 14(4), p. 237-249, 1993.
- Cartier M., « Méthodes de simulation », dans *Méthodes de Recherche en Management*, Thiétart R. A. et Collectif, Dunod, 2007.
- Chan P. S. et Heide D., « Strategic alliances in technology: key competitive weapon », *SAM Advanced Management Journal*, 58(4), p.9-17, 1993.
- Chung W. et Kalnins A., « Agglomeration Effects and Performance: A Test of the Texas Lodging Industry », *Strategic Management Journal*, 22(10), p. 969-988, 2001.
- Cohen W. M. et Levinthal D. A., « Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation », *Administrative Science Quarterly*, 35(1), p. 128-152, 1990.
- Dannels E., « The Dynamics of Product Innovation and Firm Competences », *Strategic Management Journal*, 23(12), p. 1095-1121, 2002.
- Demsetz H., « Barriers to Entry », *American Economic Review*, 72(1), p. 47-57, 1982.
- Dumez H et Jeunemaitre A., « Information et decision strategique en situation d'oligopole L'exemple du secteur cimentier », *Revue économique*, 47(4), p. 995-1012, 1996.

- Garcia-Pont C. et Nohria N., « Local versus global mimetism: the dynamics of alliance formation in the automobile industry », *Strategic Management Journal*, 23(4), p. 307-321, 2002.
- Gilbert N. et Troitzsch K. G., *Simulation for the Social Scientist*, Open University Press, Buckingham, PA, 1999.
- Gimeno J., « Reciprocal Threats in Multimarket Rivalry : Staking Out ‘Spheres of Influence’ in the U.S. Airline Industry », *Strategic Management Journal*, 20(2), p. 101-128, 1999.
- Greve H. R., « Interorganizational Learning and Heterogeneous Social Structure », *Organization Studies*, 26(7), p.1025-1047, 2005.
- Hagedoorn J., « Inter-Firm R&D Partnerships: An Overview of Major Trends and Patterns since 1960 », *Research Policy*, 31(4), p. 477-492, 2002.
- Hagedoorn J., « Understanding the Rationale of Strategic Technology Partnering: Interorganizational Mode of Cooperation and Sectoral Differences », *Strategic Management Journal*, 14(5), p. 371-385, 1993.
- Hannan M. T. et Freeman J. H., « The population Ecology of Organizations », *American Journal of Sociology*, 82(5), p. 929-964, 1977.
- Haunschild P. R. et Miner A. S., « Modes of Interorganizational Imitation: The Effects of Outcome Salience and Uncertainty », *Administrative Science Quarterly*, 42(3), p. 472-500, 1997.
- Henrickson L. et McKelvey B., « Foundations of New Social Science: Institutional Legitimacy from Philosophy, Complexity Science, Postmodernism, and Agent-based Modeling », *Colloquium*, 99(3), p. 7288-7295, 2002.
- Holland J. H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975.
- Holland J. H., *Hidden Orders, How Adaptation Builds up Complexity*, Reading, MA, Addison-Wesley, 1995.
- Jovanovic B. et MacDonald G. M., « Competitive Diffusion », *The Journal of Political Economy*, 102(1), p. 24-52, 1994.
- Katz M. L. et Shapiro C., « Network Externalities, Competition and Compatibility », *American Economic Review*, 75(3), p. 424-440, 1985.
- Koza M. P. et Lewin A. Y., « The Co-Evolution of Strategic Alliances », *Organization Science*, 9(3), p. 255-264, 1998.

- Levinthal D. A., « Adaptation on Rugged Landscapes », *Management Science*, 43(7), p. 934-950, 1997.
- Levitt B et March J., « Organizational Learning », *Annual Review of Sociology*, 14, p. 319-340, 1988.
- Lieberman M. B. et Asaba S., « Why do Firms Imitate Each Others? », *Academy of Management Review*, 31(2), p. 366-385, 2006.
- McDaniel R. et Walls M., « Diversity as a Management Strategy for Organizations: A View Through the Lenses of Chaos and Quantum Theories », *Journal of Management Inquiry*, 6(4), p. 371-383, 1997.
- Marion R., *The Edge of Organization, Chaos and Complexity Theories of Formal Social Systems*, Sage, 1999.
- Miner A. S. et Haunschild P. R., « Population Level Learning », *Research in Organizational Behavior*, 17, p. 115-166, 1995.
- Mizruchi M. S. et Fein L. C., « The Social Construction of Organizational Knowledge: A Study of the Uses of Coercive, Mimetic, and Normative Isomorphism », *Administrative Science Quarterly*, 44(4), p. 653-683, 1999.
- Moriguchi C. et Lane D., « A Hundred-Year War: Coke vs. Pepsi, 1890s-1990s », *Harvard Business School Case*, 9-799-177, 1999.
- Munir K. A. et Phillips N., « The concept of industry and the case of radical technological change », *The Journal of High Technology Management Research* 13(2), p. 279-297, 2002.
- Mothe C. et Quélin B. V., « Resource Creation and Partnership in R&D Consortia », *Journal of High Technology Management Research*, 12(1), p. 113-138, 2001.
- Mouricou P. « Toujours la même chanson. Les logiques mimétiques des radios musicales françaises » *Revue Française de Gestion*, 164, p. 77-95, 2006.
- Naeem S., « Biodiversity equals instability? », *Nature*, 416, p. 23-24, 2002.
- Paoli C., Dou H., Dou J. M., Maninna B., « La constitution d'indicateurs brevets par domaines technologiques », *Cahier de la documentation*, 2, p. 2-17, 2003.
- Park S. et Ungson G., « Interfirm rivalry and managerial complexity: a conceptual framework of alliance failure », *Organization Science* 12(1), p. 37-53, 2001.
- Porter M., « From Competitive advantage to Corporate Strategy », *Harvard Business Review*, 65, p.43-59, 1987.

- Powell T. C., « Varieties of Competitive Parity », *Strategic Management Journal*, 24, p. 61-86, 2003.
- Rivkin J. W., « Imitation of Complex Strategies », *Management Science*, 46(6), p. 824-844, 2000
- Rosenbloom R. et Cusumano M., « Technological Pioneering and Competitive Advantage: The Birth of the VCR Industry », *California Management Review*, 29(4), p.51-76, 1986.
- Rumelt R. P., « Toward a Strategic Theory of the Firm », in Lamb R. B. (Eds), *Competitive Strategic Management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, p. 556-570, 1984.
- Stuart T. E., « Interorganizational Alliances and the Performance of Firms: A Study of Growth and Innovation Rates in a High-Technology Industry », *Strategic Management Journal*, 21(8), p. 791-811, 2000.
- Tellier A., « les stratégies de régulation dans la vidéo a domicile », *Revue Française de Gestion*, 167(8), p. 123-140, 2006.
- Warnier V. et Lecocq X., « L'émergence de la mode dans un secteur: une stratégie collective », in S. Yami et F. Le Roy, *Stratégies collectives*, Ed. EMS, Paris, 2007.
- Weber A., *Theory of location of Industries*, Chicago, IL, University of Chicago Press, 1929.
- West J., « How Open is Open Enough? Melding Proprietary and Open-source Platform Strategies », *Research Policy*, 32(7), p. 1259-1285, 2003.