



HAL
open science

Des poissons et des mares : l'analyse de réseaux multi-niveaux

Emmanuel Lazega, Marie-Thérèse Jourda, Lise Mounier, Rafaël Stofer

► To cite this version:

Emmanuel Lazega, Marie-Thérèse Jourda, Lise Mounier, Rafaël Stofer. Des poissons et des mares : l'analyse de réseaux multi-niveaux. *Revue française de sociologie*, 2007, 48 (1), pp.93 - 131. 10.3917/rfs.481.0093 . hal-01719433v2

HAL Id: hal-01719433

<https://hal-sciencespo.archives-ouvertes.fr/hal-01719433v2>

Submitted on 17 Oct 2018

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

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

Emmanuel LAZEGA
Marie-Thérèse JOURDA
Lise MOUNIER
Rafaël STOFER

Des poissons et des mares : l'analyse de réseaux multi-niveaux*

RÉSUMÉ

Cet article propose une approche néo-structurale de la dimension multi-niveaux de la vie organisationnelle et sociale. L'approche explorée s'appuie sur une étude de réseaux multi-niveaux observant deux systèmes d'interdépendances superposés et partiellement emboîtés, l'un inter-organisationnel et l'autre inter-individuel. Nous proposons un mode d'articulation de ces niveaux, la méthode du *linked design* structural. Cette méthode consiste à examiner séparément des réseaux complets de niveaux différents, puis à les articuler grâce à des informations systématiques sur l'appartenance de chaque individu du premier réseau (inter-individuel) à l'une des organisations du second réseau (inter-organisationnel). L'approche fondée sur ce double positionnement structural est mise en œuvre dans une recherche empirique sur les variations de performance au sein de l'« élite » de la recherche française en cancérologie en 1999. Grâce à des mesures de centralité, nous identifions les acteurs que ces chercheurs considèrent comme centraux ou périphériques à l'échelle inter-individuelle (les gros et les petits poissons) et les laboratoires que les directeurs de recherche considèrent comme centraux ou périphériques à l'échelle inter-organisationnelle (les grandes ou les petites mares). Au-delà du constat trivial de l'avantage concurrentiel des gros poissons dans les grandes mares (en particulier du fait de la prime à la taille dans ce domaine de recherche), nous mettons en évidence, dans la course à la performance scientifique mesurée à l'échelle individuelle, des stratégies de « rattrapage » utilisées dans ce système par les plus petits poissons. Nous suggérons que cette méthode apporte une connaissance originale de la dimension multi-niveaux des systèmes d'interdépendances et de la manière dont les acteurs gèrent ces interdépendances. Nous pensons qu'elle ajoute une dimension nouvelle à l'exploration méso-sociologique, que ce soit pour l'étude des inégalités sociales ou pour celle du rôle des élites dans les changements institutionnels.

* Cette recherche a été financée en partie par l'Association pour la recherche sur le cancer (ARC) et réalisée avec l'aide d'Alain Tripier (Sereho). Nous remercions Ronald

Breiger, Anuska Ferligoj, Philippa Pattison, Tom Snijders et les lecteurs de la *RFS* de leurs excellentes suggestions.

L'ordre méso-social et l'articulation de systèmes d'interdépendances superposés

La question fondamentale de l'influence de la structure sociale sur les comportements et les performances des acteurs a connu, au cours des dernières décennies, un certain renouveau avec le développement de la sociologie néo-structurale et l'analyse des réseaux sociaux. Parmi les éléments de structure sociale pris en compte par les sociologues pour contextualiser l'action humaine, les approches néo-structurales proposent une lecture approfondie des systèmes d'interdépendances des acteurs. Ces interdépendances, mesurées par les réseaux de relations entre acteurs, créent pour eux des opportunités et des contraintes spécifiques. Les modèles néo-structuraux, inspirés de ceux proposés par White *et al.* (1976), sont proches des acteurs, de leurs relations d'interdépendances, de leurs positions et des relations d'interdépendances entre ces positions – et donc du niveau d'analyse méso-social (Lazega, 2003).

Parallèlement, les modèles statistiques combinant à la fois des effets individuels et des effets contextuels dans le calcul de la probabilité individuelle de parvenir à un niveau donné de performance ont aussi connu, avec ce qu'il est convenu d'appeler l'analyse multi-niveaux (Bryk et Raudenbush, 1992 ; Snijders et Bosker, 1999 ; Bressoux *et al.*, 1997), un fort développement au cours des vingt dernières années. Ces modèles permettent une approche statistique où il s'agit d'examiner dans quelle mesure la relation entre une variable dépendante individuelle et des variables explicatives individuelles varie selon l'unité d'observation de niveau supérieur impliquée (et d'examiner aussi quelles variables décrivant les unités d'observation de niveau supérieur rendent compte de cette variation). Ces modèles ont cependant montré leurs limites lorsqu'il s'agit d'identifier des effets de contexte qui exigent une connaissance de la manière dont les acteurs eux-mêmes perçoivent ou construisent leurs appartenances ou les clivages sociaux endogènes (Duru-Bellat *et al.*, 2004).

Pour poursuivre l'exploration de l'ordre méso-social et de la dimension multi-niveaux des phénomènes sociaux, cet article propose une approche néo-structurale, différente mais complémentaire, de cette approche statistique devenue classique. L'approche explorée s'appuie sur une étude de réseaux multi-niveaux observant deux systèmes d'interdépendances superposés et partiellement emboîtés, l'un inter-organisationnel et l'autre inter-individuel. Nous proposons un mode d'articulation de ces niveaux, la méthode du *linked design* (Parcel *et al.*, 1991). L'idée du *linked design* consiste à examiner séparément des réseaux « complets » (au sens de Wasserman et Faust, 1994) de niveaux différents, puis à les articuler grâce à des informations sur l'appartenance de chaque individu du premier réseau (inter-individuel) à l'une des organisations du second réseau (inter-organisationnel).

Nous suggérons que la connaissance des systèmes d'interdépendances multi-niveaux et de la manière dont les acteurs gèrent ces interdépendances

ajoute une dimension originale au raisonnement multi-niveaux et à l'exploration méso-sociale en sociologie. L'utilisation de cette connaissance pour un positionnement multiple dans des systèmes d'interdépendances superposés permet notamment, surtout lorsque ce positionnement est articulé à des stratégies d'acteurs, de formuler des hypothèses fines sur la relation entre position dans la structure et performances, mesurées au niveau individuel, des membres de ces systèmes. En effet, l'analyse néo-structurale de l'ordre méso-social n'exclut en rien l'étude de l'action individuelle et des stratégies d'acteurs. Les acteurs gèrent leurs interdépendances de niveaux différents en construisant des régimes d'accumulation, d'appropriation et de partage des ressources, entre pairs et avec leurs supérieurs hiérarchiques ou leurs subordonnés. Nous proposons d'observer ces stratégies par le truchement des choix de partenaires d'échanges sociaux inter-individuels et inter-organisationnels.

Nous mettons en œuvre cette approche en nous appuyant sur une recherche empirique dans le domaine de la sociologie des sciences. Notre illustration est l'étude d'une « élite » de la recherche française sur le cancer en 1999, examinée à l'échelle inter-individuelle et à l'échelle inter-organisationnelle (1). Cette recherche articule la connaissance de ces systèmes d'interdépendances superposés, les stratégies des acteurs (dans la gestion de ces interdépendances) et leurs performances mesurées au niveau individuel. Aucun ordre déterministe n'est présupposé entre position, stratégie et performance. L'approche proposée est sensible à l'existence d'inégalités entre acteurs mis en concurrence ouverte, rendant une même stratégie plus « rentable » pour les uns que pour les autres. Il n'en reste pas moins que certaines stratégies peuvent être dominantes, et expliquer une part de la performance des acteurs selon leur position dans le système multi-niveaux.

La contextualisation néo-structurale de type *linked design*

Si le multi-niveaux est intrinsèque à l'analyse de réseaux sociaux (Snijders et Baerveldt, 2003), il n'en reste pas moins que l'analyse des relations entre structures de niveaux différents est restée sous-développée en sociologie néo-structurale. Dans la mesure où chaque niveau constitue un système d'échange de ressources différentes qui a sa propre logique (2), il est important de les

(1) En soi, l'étude des « élites » n'a rien de nouveau en sociologie des sciences. Voir, à titre d'exemple, Zuckerman (1977), Hargens *et al.* (1980).

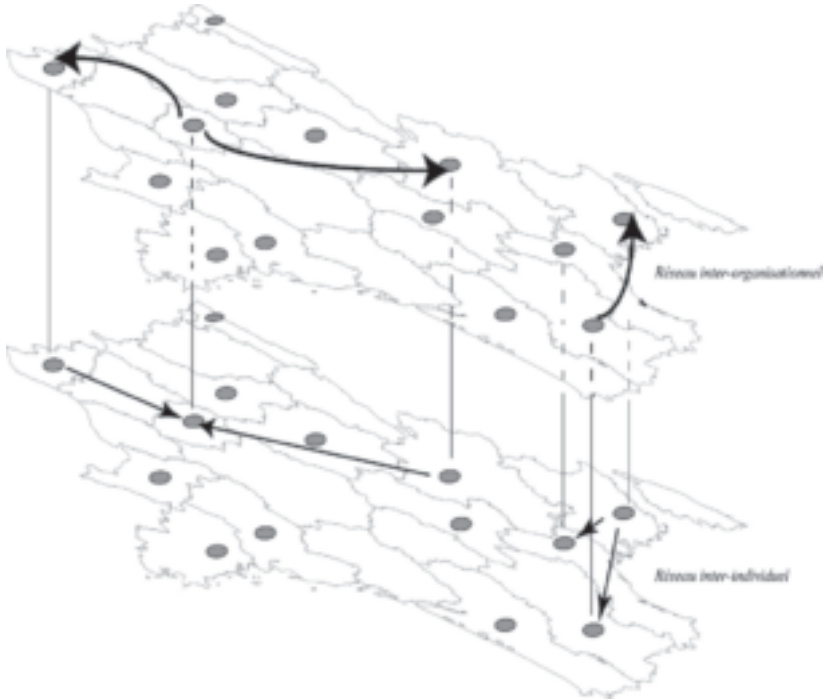
(2) Cette manière de poser le problème de la contextualisation de l'action et de la performance des acteurs rejoint les préoccupations des sociologues des organisations qui raisonnent en termes de capital social de l'individu et de capital social du collectif (Leenders et Gabbay, 1999). Les recherches les

plus fréquemment citées sont des recherches qui mesurent ou conceptualisent l'effet du capital social de niveau individuel (Burt, 1992 ; Coleman, 1990), organisationnel (Leenders et Gabbay, 1999), communautaire (Putnam, 1993), industriel (Walker *et al.*, 1997), ou national (Fukuyama, 1995). Ces recherches ne s'attaquent pratiquement jamais à la question plus difficile de l'intégration des différents niveaux d'analyse auxquels elles situent le capital social.

examiner séparément (ce que fait l'essentiel de la littérature), mais aussi conjointement. Étudier conjointement les deux niveaux signifie identifier, notamment, les acteurs qui bénéficient d'un accès plus ou moins aisé à des ressources circulant dans chaque niveau et mesurer leur performance relative.

Quelques tentatives d'examen conjoint ont été proposées en sociologie néo-structurale. Un premier exemple est l'approche « duale » de Breiger (1974). Lorsqu'un ensemble fini d'acteurs, figurant par exemple dans un annuaire, appartient à un ensemble fini d'organisations, il est possible de

FIGURE I. – *Représentation graphique des réseaux multi-niveaux de la cancérologie française (1999)*



Note : Les points sur la carte supérieure représentent une petite partie des 82 laboratoires dont les directeurs ont été interviewés. Les flèches entre ces points indiquent la direction dans laquelle un recrutement a été opéré. Par exemple, un laboratoire lillois et un laboratoire dijonnais ont recruté un(e) chercheur(e) en cancérologie en provenance de Paris. Autre exemple : un laboratoire niçois a recruté un(e) chercheur(e) en cancérologie en provenance de Montpellier. Les points sur la carte inférieure représentent une petite partie des 128 chercheurs interviewés et des relations entre eux. Les flèches entre ces points indiquent la direction dans laquelle les demandes de conseil sont parties concernant les recrutements entre laboratoires. Par exemple, un chercheur niçois a demandé conseil à un chercheur montpellierain et à un chercheur toulousain en matière de recrutement pour son projet de recherche. De même, un chercheur dijonnais et un chercheur lillois ont demandé conseil à un chercheur parisien en matière de recrutement. Enfin, les traits droits et verticaux reliant des points d'une carte avec les points de l'autre carte indiquent que le chercheur individuel représenté dans la carte de l'étage inférieur appartient au laboratoire représenté dans la carte de l'étage supérieur (principe du *linked design*).

dériver des appartenances multiples des réseaux inter-individuels (on suppose qu'un lien existe entre deux individus parce qu'ils appartiennent ensemble à une même organisation) et des réseaux inter-organisationnels (on suppose qu'un lien existe entre deux organisations parce qu'elles partagent des membres communs). L'exemple typique est celui des liens « *interlocks* », c'est-à-dire des liens créés entre deux entreprises lorsqu'un ou plusieurs individus appartiennent à la fois au conseil d'administration de l'une et de l'autre. Les réseaux dérivés à deux niveaux différents sont reconstitués à partir du même corpus de données, dites duales ; elles fournissent les premiers éléments de reconstitution d'une structure multi-niveaux, mais relativement pauvre puisque les relations ne sont que présumées et symétriques par construction. Une autre contribution importante est celle de Hedström *et al.* (2000). Ils identifient ce qu'ils appellent des réseaux de niveau méso (*meso-level networks*) en reconstituant des chemins de « diffusion spatiale » d'une organisation, un parti politique à la conquête d'un pays entier. Dans le cas qu'ils étudient, ces réseaux de niveau méso sont constitués de routes empruntées par des agitateurs politiques, routes dont l'existence accélère les processus de diffusion des idées du parti ou la création de représentations locales en construisant des « raccourcis » pour de longues distances. Mais ces routes ne sont pas étudiées comme un système d'interdépendances spécifique et l'on ne dispose pas d'information précise sur les ressources qui sont échangées ou transférées dans ce système présumé d'échanges.

La Figure I représente le principe du *linked design* néo-structural (3). L'approche proposée ici s'inscrit dans le sillage de ces tentatives mais s'en distingue en ceci qu'elle reconstitue séparément des systèmes d'interdépendances à (au moins) deux niveaux d'analyse différents et partiellement emboîtés : les interdépendances inter-individuelles et les interdépendances inter-organisationnelles. Les flux de ressources et les échanges sociaux spécifiques à chaque niveau peuvent dès lors être examinés séparément puis, dans un deuxième temps, conjointement. Le principe de ce double positionnement des acteurs individuels (dans le réseau de leurs relations inter-individuelles et dans celui des relations entre organisations auxquelles ils appartiennent) a deux avantages.

Premièrement, il permet de construire une typologie des positions dans le système caractérisant à la fois les individus et les organisations dans lesquelles ils travaillent. Ce double positionnement correspond à une forme de statut relatif comme caractéristique doublement structurale de l'individu. Il est construit grâce aux mesures de la centralité de l'individu dans les réseaux sociaux inter-individuels et de la centralité de l'organisation (dans les réseaux inter-organisationnels) à laquelle il/elle appartient. En termes techniques, les mesures de centralité que nous utiliserons dans cet article sont le demi-degré intérieur ou *indegree* (qui mesure la « popularité » ou le nombre de choix reçus par un acteur) et le demi-degré extérieur ou *outdegree* (qui mesure le

(3) On peut se référer à l'article de Hedström *et al.* (2000) pour reconnaître visuellement la différence entre ces deux approches.

nombre de sources de ressources auxquelles l'acteur déclare avoir accès, *i.e.* le nombre de choix émis). En termes métaphoriques, les acteurs sont identifiés, grâce à des scores de centralité, comme des petits ou des gros « poissons », et les organisations auxquelles ils/elles appartiennent comme de petites ou de grandes « mares ». La localisation de ces acteurs dans l'une des quatre catégories qui en résulte (gros poissons dans une grande mare, gros poissons dans une petite mare, etc.) les situe dans l'espace méso-social, à la fois inter-individuel et inter-organisationnel.

Deuxièmement, elle permet d'identifier des stratégies d'appropriation, d'accumulation et de gestion, par les individus, des ressources qui leur sont propres et des ressources de l'organisation à laquelle ils appartiennent. Les acteurs varient dans leur capacité d'utilisation des organisations et de leurs ressources. Certains acteurs utilisent beaucoup les ressources de leur organisation, d'autres beaucoup moins. En particulier, des systèmes d'interdépendances de niveaux différents sont contrôlés par des acteurs de niveaux hiérarchiques différents. La question devient donc celle de l'articulation des ressources d'acteurs qui sont de niveaux hiérarchiques différents. On peut ainsi mesurer le niveau de « recouvrement » des relations des individus par celles des organisations. Il devient aussi possible d'articuler ces stratégies relationnelles avec la performance des acteurs. C'est ici que l'apport du *linked design* structural est le plus original. Il permet en effet de décrire, avec les mêmes données que celles utilisées pour le double positionnement évoqué plus haut, les stratégies de mobilisation et d'articulation de ressources hétérogènes et de niveaux différents. Le croisement de l'information sur le statut relatif des individus et de l'information sur les stratégies relationnelles de ces individus permet enfin d'approcher leur performance avec des variables explicatives différentes de celles que fournit l'analyse écologique classique (4).

Pour mettre en œuvre le principe de ce *linked design* néo-structural, nous avons construit une étude empirique collectant à la fois des données sur les réseaux inter-personnels des acteurs dominant un champ spécifique et sur les structures inter-organisationnelles (du même champ) au sein desquelles évoluent ces acteurs. Cette approche a été pratiquée de façon minimale, en identifiant un seul membre dans chaque organisation, limite que nous discutons en conclusion. Par comparaison avec Hedström *et al.* (2000), le *linked design* néo-structural permet de spécifier la nature des échanges de ressources multiples entre différentes organisations, échanges vitaux pour la production de ces organisations. Les individus sont dès lors considérés comme encadrés dans des structures relationnelles et organisationnelles de niveaux différents qui constituent le contexte inter-organisationnel de leurs actions. Notre ambition est d'identifier des effets de contexte – et des stratégies d'acteurs dans ces contextes – souvent négligés à la fois par les analyses écologiques

(4) En effet, à notre connaissance, l'analyse écologique classique positionne les acteurs dans des structures hiérarchiques emboîtées, mais

mesure rarement la position d'un acteur dans un système d'interdépendances.

devenues classiques (voir par exemple Firebaugh, 1980) et par les analyses de réseaux « uni-niveau ». Ces effets sont dus à la fois aux différences d'accès aux ressources et aux stratégies des acteurs dans l'utilisation des ressources disponibles.

Hypothèses

L'articulation d'une position dans des réseaux inter-individuels avec une position dans des réseaux inter-organisationnels permet de formuler deux hypothèses en matière de relations entre double positionnement et performance des acteurs. Notre première hypothèse est que la performance individuelle la plus élevée est celle des acteurs qui peuvent bénéficier d'une position centrale dans deux systèmes d'interdépendances à la fois, *i.e.* approprier, accumuler et articuler des ressources sociales circulant conjointement à deux niveaux d'analyse superposés et partiellement emboîtés. Métaphoriquement, on pourrait dire que cette hypothèse porte sur les relations entre la taille du poisson, la taille de la mare et la performance du poisson. En d'autres termes, les gros poissons dans les grandes mares devraient atteindre les niveaux de performance les plus élevés.

Notre seconde hypothèse est que certaines stratégies de gestion des interdépendances de ressources (localisées à des niveaux différents) mises en œuvre par les acteurs qui n'appartiennent pas à la catégorie des gros poissons dans les grandes mares leur permettent de rattraper la performance de ces derniers. Cette hypothèse découle du principe néo-structural suivant lequel il n'y a pas de déterminisme absolu dans la relation entre position et performance. Ce principe reconnaît une certaine marge de manœuvre aux individus qui peuvent tenter de gérer leurs interdépendances à des niveaux multiples, même avec des concurrents potentiels. Concrètement, l'utilisation de stratégies spécifiques de gestion de ressources – stratégies que l'on appellera « de rattrapage » – devrait permettre de rapprocher des positions handicapées (par rapport à la position privilégiée des gros poissons dans les grandes mares) des niveaux les plus élevés de performance.

Il est évident que des trajectoires ascendantes durables ne s'expliquent pas uniquement par la mise en œuvre de stratégies individuelles de rattrapage. Mais notre contribution étant essentiellement méthodologique, nous n'approfondirons pas, dans cet article, les autres raisons substantives susceptibles d'expliquer que des acteurs en position de faiblesse relative peuvent accéder à des ressources qui leur permettent de procéder à ce rattrapage.

Une étude de cas : le « petit monde » au sommet de la recherche française en cancérologie (1996-1998)

Ces questions ont souvent été posées dans le domaine de la sociologie de l'éducation car les emboîtements organisationnels nécessaires à l'identification des effets multi-niveaux classiques sont souvent plus clairs dans ce contexte que dans d'autres (les élèves dans les classes, les classes dans les établissements, les établissements dans les académies, etc.). Notre étude de cas relève d'un domaine différent, où cette problématique s'applique particulièrement bien : celui de la sociologie des sciences. Cette dernière offre un terrain empirique caractérisé par l'existence de systèmes d'interdépendances de niveaux différents, souvent entre concurrents ou « associés-rivaux condamnés à vivre ensemble » (Bourricaud, 1961 ; Lazega, 2001). Elle est donc relativement plus accessible à la mise en œuvre de l'approche par le *linked design*.

Ces questions ont en effet un sens évident dans la vie des chercheurs scientifiques. À chaque étape de leur travail, le laboratoire fournit à ses membres des ressources économiques, sociales, techniques (Law, 1989). Par exemple, lorsqu'un nouveau chercheur arrive dans un laboratoire, il/elle bénéficie d'habitude de relations de coopération établies entre ce laboratoire et d'autres laboratoires, y compris de la réputation et des réseaux de son directeur. Les dotations de base et les fonds obtenus pour des projets spécifiques représentent un facteur causal évident pour la performance mesurée à l'échelle individuelle et, en fin de compte, pour l'obtention de scores d'*impact factor* élevés. Par exemple, la performance peut dépendre en même temps des caractéristiques du laboratoire (5), y compris de sa position dans les réseaux d'échanges entre laboratoires, et des caractéristiques des individus, y compris leur position dans les réseaux d'échanges de ressources entre eux (6). La performance peut ainsi dépendre de caractéristiques structurales combinées de l'organisation et de l'individu car leurs interdépendances sont fondées sur la complémentarité des ressources fournies par chaque niveau pour résoudre des problèmes d'action individuelle ou collective.

Ces idées sont testées par une recherche empirique sur une sous-population – que nous appellerons une « élite » – de chercheurs français sur le cancer à la fin des années 1990. La section suivante décrit brièvement la manière dont cette population a été sélectionnée, les données collectées et le milieu étudié (7).

(5) Voir par exemple à ce sujet, dans des domaines semblables, Cambrosio *et al.* (2004). Voir aussi Flap *et al.* (1998), Comet (2007) et Sparowe *et al.* (2001) pour plus d'information sur la relation entre réseaux sociaux et performance.

(6) Plusieurs études de réseaux de scientifiques ou de laboratoires ont été tentées

auparavant, à commencer par les études pionnières de Mullins *et al.* (1977). On peut se référer à Shrum et Mullins (1988), Callon (1989), Cassier (1998) et Jansen (2004) pour des revues de la littérature.

(7) Pour davantage d'informations sur ce milieu, voir Lazega *et al.* (2000, 2004, 2006) et Stofer (2001).

Population et données

Cette élite a été identifiée par le nombre d'articles publiés dans des revues scientifiques listées dans une base de données de la *US National Library of Medicine* spécialisée dans les articles liés au cancer (*Cancerlit*) entre 1996 et 1998. Ce critère a produit une liste de 168 chercheurs qui constituent, pour un moment donné, ce que nous considérons comme une élite (8) de la recherche sur le cancer en France. Sur ces 168 chercheurs, 128 personnes (76 %) ont accepté un entretien (9). Ces individus ont publié en moyenne 25 articles en trois ans (10). Il s'agit donc de chercheurs qui ont tous un statut suffisant pour mettre en place des coopérations et pour signer, éventuellement, le travail des autres, y compris celui de post-docs.

Après avoir identifié dans *Cancerlit* les individus qui publiaient le plus, nous avons construit une mesure de la performance de ces acteurs. Cette mesure est construite à partir d'un score fondé sur l'*impact factor* des revues dans lesquelles chacun de ces chercheurs a publié. La corrélation entre les deux mesures (nombre de publications et scores d'*impact factor* des publications de l'individu) est de 0.37 (11). Cette technique a permis d'identifier les

(8) Les données de *Cancerlit* montrent que les chercheurs français ont publié 9 149 articles entre 1996 et les six premiers mois de 1998. Ces articles ont été signés par 24 285 différents chercheurs. Suivant la « loi de Lotka » (Lotka, 1926 ; Price, 1963), une vaste majorité des chercheurs travaillant sur un problème précis ne publie qu'un seul article sur ce problème. Une très petite minorité, plus prolifique, de scientifiques publie la plupart des articles dans un domaine particulier. Dans cette liste, nous avons sélectionné précisément ceux qui ont publié le plus dans ce domaine, en France pendant cette période.

(9) Peu de noms importants (reconnus internationalement) manquent dans nos données. La plupart des personnes manquantes n'étaient pas très « centrales » dans les réseaux de relations de leurs collègues français. Les données *Cancerlit* montrent que, pendant les années 1990, les chercheurs français sur le cancer publiaient chaque année environ 3 800 articles directement liés au cancer, sur un total d'environ 80 000 dans le monde. Les 128 personnes interviewées n'ont évidemment pas publié toutes seules les 3 800 articles par an pendant deux années et demie. Ces articles étaient publiés avec plusieurs, voire de très nombreux coauteurs. Cependant, ces 128 personnes en ont signé plus de 3 200.

(10) La liste de scientifiques ainsi construite et utilisée inclut différents types d'acteurs. Ceux qui publient beaucoup, ceux

qui copublient beaucoup, ceux qui sont présents dans la liste des auteurs parce qu'ils procurent une aide technique ou parce qu'ils dirigent l'unité dans laquelle la recherche a été principalement menée. Les carrières et productions scientifiques ne sont pas uniformes (Latour et Woolgar, 1979 ; Knorr-Cetina *et al.*, 1980 ; Barber, 1990). Pour rendre compte de ces variations, nous avons étendu la population examinée en baissant, autant que nos moyens nous le permettaient, le seuil du nombre de publications – notre critère de sélection – de manière à retenir dans notre liste des chercheurs en début et d'autres en fin de carrière.

(11) Ces résultats dépendent de la hiérarchie des revues et des disciplines telle qu'elle a été définie par le système d'évaluation des articles dans les institutions américaines. Les revues qui ont les scores d'*impact factor* les plus élevés (*Nature*, *Science*, etc.) sont les plus médiatiques. Les publications techniques et spécialisées peuvent être plus lues par les scientifiques même si elles n'ont pas un score d'*impact factor* aussi élevé. Ces choix bibliométriques ont certainement été critiqués (Fox, 1983 ; Long, 1978 ; Mulkay, 1972 ; Reskin, 1977 ; Seglen, 1992, 1997), mais on peut supposer qu'ils s'appliquent de manière uniforme aux spécialités examinées ici. De plus, s'il existe un biais – dans ce système d'évaluation – contre les publications dans des revues non anglo-saxonnes, nous présumons que tous les chercheurs français subissent ce

auteurs les plus productifs et les plus « visibles » au cours des deux ans et demi considérés. Un tiers des publications des membres de cette liste sont des copublications avec des chercheurs non français.

Suivant la stratégie de *linked design* structural, nous avons tenté d'interviewer tous les directeurs des laboratoires auxquels appartenaient ces chercheurs. Au total 82 directeurs de laboratoires en oncologie française (12) ont accepté l'entretien. Dans la mesure où, pour des raisons variables, certains directeurs de laboratoire ont été interviewés mais non pas le chercheur d'élite de leur laboratoire, ou des chercheurs mais non pas le directeur du laboratoire auquel ils/elles appartiennent, il nous reste 93 « couples » chercheur/directeur de laboratoire. Le nombre de chercheurs que nous pouvons ainsi positionner, dans notre double système d'interdépendances superposées, grâce au *linked design* structural, est ainsi finalement de 93.

Deux types de systèmes d'interdépendances en France en 1999 ont ainsi été reconstitués. Premièrement, les réseaux inter-organisationnels de la plupart des laboratoires faisant de la recherche sur le cancer. Deuxièmement, les réseaux de conseil construits par les membres de cette élite entre eux. Sachant à quel laboratoire chacun(e) de ces chercheurs appartenait, il devient possible d'examiner conjointement les deux systèmes d'interdépendances superposés et de situer chacun des acteurs au niveau méso-social.

Les interdépendances entre chercheurs et entre laboratoires ont été mesurées de la manière suivante. Au niveau individuel, chaque chercheur est considéré comme un « entrepreneur scientifique » qui a besoin de ressources pour produire – ressources qui peuvent être sociales ou monétaires. Du point de vue du chercheur individuel, la recherche peut être décomposée analytiquement en cinq étapes commençant par la définition d'une ligne de recherche et se terminant par la publication d'articles scientifiques. Le travail scientifique a ainsi été réduit à une séquence de cinq tâches, chacune caractérisée par un fort degré d'incertitude : sélectionner une ligne de recherche, trouver un soutien institutionnel pour le projet, trouver des sources de financement, recruter du personnel et publier des articles. À chaque étape, il faut supposer que les chercheurs s'appuient sur leur capital relationnel en demandant conseil à d'autres membres de la communauté des chercheurs pour gérer ces incertitudes. Dans cet environnement concurrentiel et incertain, l'accès à des conseillers constitue une ressource importante pour les acteurs.

L'accomplissement de ces tâches est facilité par l'accès à des conseils provenant de collègues compétents et qui acceptent d'aider. Pour reconstituer, en tout cas partiellement, les systèmes d'interdépendances des acteurs au niveau inter-individuel (au sein de l'élite), nous avons ainsi demandé à qui,

(suite note 11)

biais de manière uniforme. Ce biais ne déformerait donc pas les comparaisons entre chercheurs français.

(12) Dans 51 cas sur 128, le chercheur

sélectionné était aussi le directeur de son laboratoire ; ces personnes ont accordé un double entretien (l'un en tant que chercheur, l'autre en tant que directeur de laboratoire) et répondu aux deux questionnaires.

dans la liste des chercheurs sur le cancer qui leur était présentée, ils avaient demandé conseil pour gérer ces incertitudes au moment d'accomplir chacune de ces tâches. Il devenait ainsi possible de reconstituer un réseau de conseil par tâche : le réseau de conseil lié au choix d'une orientation des travaux, celui permettant de trouver des soutiens institutionnels, celui menant à des ressources financières, celui aidant au recrutement, et enfin celui des collègues auxquels ils envoyaient leurs manuscrits pour avis avant de les soumettre à une revue (13). L'image des processus de la recherche scientifique que cette décomposition reflète est évidemment très simplifiée, mais les entretiens qualitatifs ont montré que ces ressources sociales étaient considérées par les chercheurs comme essentielles, du moins dans le contexte institutionnel français. Les cinq réseaux de conseil ont été reconstitués et analysés séparément et conjointement. Suivant l'approche néo-structurale élargie (Lazega et Mounier, 2002), d'autres données ont aussi été collectées sur les chercheurs eux-mêmes, leurs attributs et opinions dans plusieurs domaines.

Au niveau inter-organisationnel, cette recherche dispose aussi de données systématiques sur les réseaux inter-laboratoires et sur les caractéristiques de ces laboratoires. Leurs directeurs ont indiqué avec quels autres laboratoires, parmi tous ceux pratiquant la recherche sur le cancer en France, leur laboratoire échangeait différents types de ressources. Un réseau inter-organisationnel a ainsi été reconstitué par type de ressource échangée entre laboratoires. Parmi les flux reconstitués, on trouve les flux de recrutement de post-docs et de chercheurs, la mobilité des personnels administratifs et techniques, la mise en œuvre de programmes de recherche conjoints, les réponses conjointes à des appels d'offres, le partage d'installations techniques, les invitations à des conférences et séminaires et le partage de matériel expérimental. Le réseau complet examiné ici est le réseau agrégé et dichotomisé de tous ces flux.

Au total, au niveau inter-individuel, les cinq réseaux de conseil sont considérés comme analytiquement « successifs », ce qui permet aussi de reconstituer un réseau multiplexe formé par l'agrégation des réponses recueillies par les cinq générateurs de noms. Cette agrégation permet d'obtenir une vision globale des échanges de conseil dans ce milieu : on obtient ainsi un grand réseau où sont échangés ou transférés des conseils de natures différentes. Ce réseau inter-individuel a une densité relativement forte (6,6 %) compte tenu de sa taille. Rappelons que la densité est mesurée par la proportion du nombre des liens observés par rapport au nombre des liens possibles. Elle permet ainsi de dégager des régularités dans les flux de ces ressources. Dans le cadre de

(13) La vie relationnelle dans le travail des chercheurs n'est pas absente de l'esprit des organisateurs de la recherche scientifique. Dans la décision d'attribuer des crédits de recherche aux États-Unis, les institutions prennent de plus en plus systématiquement en compte des critères sociaux. En particulier, la capacité des

laboratoires à produire des post-docs qui eux-mêmes constituent des équipes autour d'eux est de plus en plus systématiquement mesurée par un module spécial attaché aux formulaires de demande de crédits de la *National Science Foundation*.

cet article, on a procédé de la même manière au niveau inter-organisationnel dont le réseau a une densité de 4,13 %.

La reconstitution de ce double système d'interdépendances aux deux niveaux permet de tester nos hypothèses. La position de chaque acteur individuel dans ce double système d'interdépendances a été construite en dérivant, dans chaque réseau observé, des scores de centralité pour les chercheurs individuels (dans les réseaux de conseil de l'élite à laquelle ils appartiennent) et pour les laboratoires dans lesquels ils travaillaient (sur la base des réseaux inter-organisationnels reconstitués dans les entretiens avec les directeurs de laboratoire). Ce positionnement méso-social est équivalent à une mesure de l'accès à de nombreuses ressources, et donc à une certaine capacité de performance mesurée au niveau individuel, *i.e.* le score d'*impact factor* (14) associé aux articles publiés par chaque membre de cette population.

Hierarchie et cloisonnements de spécialités

Notre propos, dans cette courte section, est de proposer au lecteur suffisamment d'information sur le contexte de la cancérologie française en 1999 pour reconnaître l'importance des variables utilisées plus bas dans la modélisation des performances individuelles. Cette discipline se présente comme transversale, ce qui signifie qu'elle regroupe une multitude de sous-spécialités centrée chacune sur un organe du corps humain (Stofer, 2001) et représentant chacune une sous-culture scientifique spécifique. L'oncologie française est une jeune discipline dominée à l'époque de l'enquête par l'hématologie-immunologie. Cette dernière sous-spécialité est bien organisée, prestigieuse, et reconnue du grand public. Elle a bénéficié d'investissements institutionnels

(14) Techniquement, nous avons procédé de la manière suivante : si un chercheur publiait quatre articles dans une revue, le score d'*impact factor* de cette revue était multiplié par quatre. Les scores d'*impact factor* de toutes les publications de chaque individu ont pu être ainsi sommés. Nous n'avons pas tenu compte du fait qu'un chercheur publie seul(e) ou en équipe : chaque personne mentionnée comme co-auteur dans un article reçoit le même score. Nous aurions pu diviser le score d'impact entre co-auteurs, mais cette procédure nous a semblé plus problématique que celle que nous avons utilisée, dans la mesure où nous n'avons pas d'informations sur la contribution respective de chaque auteur (qui a fait quoi) pour chaque article. Du fait de la convention retenue ici pour le calcul du score d'*impact factor*, chaque auteur bénéficie ainsi de l'impact des revues dans lesquelles il/elle publie. Cette approche est pertinente dans un milieu où la concurrence de

statut est une des motivations importantes des acteurs. Reste que cette convention pourrait être vulnérable à certaines stratégies éditoriales dans la mesure où, en cosignant volontairement et systématiquement les mêmes articles, les membres de notre population pourraient se rendre mutuellement service en « gonflant » ensemble artificiellement leur score respectif. Dans notre contexte cependant, du fait des cloisonnements de spécialité et de la concurrence de statut qui régnait entre eux, les membres de cette population ne publiaient que très peu ensemble. La densité de la matrice des copublications est de 4,25 % et rien ne prouve que l'ensemble de ces copublications sont comptabilisées dans les scores d'*impact factor* tels qu'ils ont été calculés à partir des données de *Cancerlit*. Si cette stratégie éditoriale est relativement facile pour les citations mutuelles, elle l'est en effet beaucoup moins pour les copublications.

considérables depuis plusieurs générations. Elle a su – parmi les premières – s'approprier les méthodes de la biologie moléculaire (15).

À cette date, la recherche est principalement financée par les fonds publics – dans les institutions de recherche nationales (Cnrs, Inserm) ou dans les hôpitaux de recherche généralistes ou spécialisés – et par les associations privées. Elle est fortement concentrée en région parisienne, à la fois en termes de ressources, de nombre de chercheurs et aussi de publications. Le clivage entre recherche clinique et recherche fondamentale (16) ajoute au morcellement en sous-spécialités, avec pour conséquence une certaine faiblesse de la recherche « mixte », dite de « transfert », dans un domaine pourtant dominé par les pratiques sociales du monde hospitalier.

La population étudiée appartient à des laboratoires qui sont en moyenne de taille proche des 30 personnes, situés pour moitié en Île-de-France (17). Leurs crédits de fonctionnement institutionnels constituent (en 1999) la plus grosse part de leur budget, suivis par des crédits d'associations (Association pour la recherche sur le cancer, Ligue contre le cancer, etc.) et d'entreprises. L'âge moyen des chercheurs interviewés est de 48 ans. 44 % déclarent faire de la recherche fondamentale pure, 45 % de la recherche de laboratoire, 28 % de l'hématologie/immunologie, 45 % de la recherche sur les tumeurs solides (à comparer avec 8 % en chirurgie et 15 % en épidémiologie et santé publique). La grande majorité sont médecins (70 %), enseignants (81 %), et membres d'un comité scientifique (73 %) ou éditorial (51 %). Près de la moitié sont docteur en sciences (44 %) et hospitalo-universitaires (54 %). La moyenne des scores d'*impact factor* de leurs publications est de 85,3 (en 1999).

Le « petit monde » au sommet de la recherche française sur le cancer est très hiérarchisé. Une oligarchie (18) d'une trentaine de personnes, bien identifiables dans la population étudiée, contrôle la circulation des ressources dans les réseaux inter-individuels et inter-organisationnels. Les « oligarques » sont souvent directeurs d'une unité, âgés de 40 à 56 ans (19), et exercent plus fréquemment dans des institutions situées en Île-de-France que l'ensemble

(15) « Les hématologues ont aussi affaire à des cancers différents des tumeurs solides. Ils sont dans un monde différent du point de vue médicamenteux. Les problèmes posés par les leucémies sont des problèmes relativement simples : les tumeurs sont clonales, on y trouve des événements moléculaires purs. Les hématologues ont donc pu recruter des biologistes moléculaires pointus très rapidement. Les tumeurs solides sont infiniment plus complexes. Actuellement, elles commencent seulement à être accessibles à des travaux intellectuels et à la recherche fondamentale. » (entretien avec l'un des directeurs de laboratoire de notre population). Pour une approche plus générale sur la construction des disciplines, voir Lemaine *et al.* (1976).

(16) Sur les 128 personnes interrogées, 20 déclarent faire de la recherche fondamentale (15,6 %), 47 de la recherche clinique (36,7 %), 58 de la recherche fondamentale et clinique (45,3 %).

(17) Le tableau des valeurs de référence pour les 93 chercheurs et laboratoires est présenté dans l'Annexe I.

(18) Sur la relation entre oligarchie et émergence de disciplines scientifiques, voir Hargens *et al.* (1980).

(19) Les acteurs d'ancienneté moyenne sont les acteurs-clés du système. Voir Zuckerman et Merton (1972) et Cole (1979) au sujet de l'importance des différences d'âge et d'ancienneté dans la recherche.

des personnes interviewées. Ils ont plus souvent un statut hospitalier ou hospitalo-universitaire et, à l'exception de trois d'entre eux (qui s'identifient à la recherche fondamentale pure), ils déclarent faire de la recherche clinique ou de la recherche à la fois clinique et fondamentale (20). Ils sont un peu plus orientés que les autres vers les domaines de recherche concernant l'hématologie et les tumeurs solides. Ils sont cités plus que les autres comme anciens professeurs ou comme anciens collègues. Ils sont également plus actifs dans les conseils scientifiques et les comités de lecture de revues scientifiques. Ce sont donc des personnes-ressources dans leur milieu. Enfin, différentes sortes d'homophilies sociales (21), marqueurs de cloisonnements formels ou informels, caractérisent les interactions entre les membres de cette population. Les hospitaliers et hospitalo-universitaires, par exemple, ont tendance à se citer entre eux (comme source de conseil) plus qu'ils ne citent les chercheurs fondamentaux.

Les unités de recherche (laboratoires) sont reliées par la proximité des thèmes de recherche, et par la surveillance mutuelle induite par d'éventuelles concurrences entre elles, mais aussi par les échanges scientifiques, les partages de matériels dans des configurations complexes combinant disciplines, localisation, appartenance institutionnelle. Les unités qui échangent le plus abritent les chercheurs obtenant les plus forts scores d'*impact factor*. On trouve aussi, au niveau des laboratoires, des effets d'homophilie : les laboratoires spécialisés dans la recherche fondamentale échangent davantage avec des laboratoires de même spécialité, de même affiliation institutionnelle, mais pas de même localisation géographique (en raison, notamment, de l'existence de programmes de recherche communs entre parisiens et provinciaux). Les laboratoires les plus actifs dans les réseaux d'échanges inter-organisationnels sont aussi ceux dans lesquels on trouve les chercheurs qui ont les scores d'*impact factor* les plus élevés.

Le double positionnement des acteurs dans les systèmes d'interdépendances superposés

Pour mettre en œuvre cette approche néo-structurale du multi-niveaux, nous avons mesuré le statut des acteurs et celui de leur organisation de la manière suivante. Le statut de l'acteur est mesuré par sa centralité (voir plus haut) dans le réseau agrégé de conseil de l'élite des chercheurs tel qu'il a été reconstitué par l'enquête. Celui de l'organisation est mesuré par trois

(20) Par contraste, parmi les vingt acteurs les moins centraux, douze sont fondamentalistes ou fundamentalistes et cliniciens, six membres de comités de rédaction, et douze membres de laboratoires de taille inférieure à la moyenne, quatorze provinciaux.

(21) Le terme « homophilie » renvoie au fait

que les acteurs choisissent comme partenaire d'échanges des autres qui ont les mêmes attributs qu'eux, et donc au précepte « qui se ressemble s'assemble ». Plus généralement sur le monde social des chercheurs, voir par exemple Crane (1972) et Hagstrom (1965).

critères : sa centralité dans le réseau inter-organisationnel agrégé, les ressources potentielles auxquelles ses membres déclarent avoir accès (22), et sa taille. Cette démarche produit une partition endogène de la population en quatre classes. Elle a permis une première utilisation du *linked design* structural pour caractériser et différencier les chercheurs et laboratoires appartenant à chaque classe. Les quatre classes obtenues sont baptisées de manière métaphorique pour une compréhension plus intuitive de ce double positionnement (23).

1) *Les gros poissons dans les grandes mares (GPGM)* : Dans cette première classe, le prestige, les ressources sociales, le nombre de publications et les scores d'*impact factor* des chercheurs sont largement supérieurs à la médiane. Ces chercheurs sont en majorité directeurs de laboratoires, âgés en moyenne de 48 ans, faisant de la recherche fondamentale dans le domaine des tumeurs solides et de l'hématologie-immunologie. Ils sont majoritairement à la fois médecins et scientifiques, directeurs de recherche, en majorité chefs de service hospitaliers et presque tous enseignants (donc hospitalo-universitaires et universitaires) et membres de comités scientifiques et de comités de lecture. Les laboratoires auxquels appartiennent ces gros poissons sont de grands laboratoires (en taille), plus centraux que les autres dans les échanges inter-laboratoires, majoritairement en Île-de-France, engagés dans la recherche fondamentale, disposant en particulier de crédits européens. Les spécialités des chercheurs et les spécialités affichées par le laboratoire sont toujours les mêmes. Cette classe n'est cependant pas entièrement homogène.

2) *Les gros poissons dans les petites mares (GPPM)* : Cette classe est la moins importante par le nombre de ses chercheurs – 16 – et laboratoires. Ses chercheurs sont par définition prestigieux, comme ceux de la classe 1. Ils ont également, comme les premiers, des ressources supérieures à la médiane. En revanche, ils diffèrent par leur score d'*impact factor* faible, malgré un nombre d'articles important. Ce sont également des docteurs en médecine agrégés, directeurs de recherche hospitaliers, plutôt plus jeunes que les GPGM. Ils sont plutôt spécialisés dans la recherche de laboratoire et l'hématologie. Il y a en général peu de correspondance entre les spécialités affichées par leur laboratoire de rattachement et leur recherche individuelle propre, ce qui constitue un contraste avec la classe des GPGM. Ils appartiennent très peu à des comités de lecture de revues (à l'inverse des GPGM) et font moins d'enseignement que les autres. Leurs laboratoires sont petits et en Île-de-France ; ils ont moins de prestige et de ressources inter-organisationnelles dans le domaine de la cancérologie que ceux de la classe 1. Leurs financements sont surtout limités à des crédits de fonctionnement classiques. Cette classe est plus hétérogène que la classe des GPGM.

(22) Mesurées par son demi-degré extérieur, ou *outdegree*.

(23) Notre population étant une élite, même

les chercheurs que nous appelons ici des « petits poissons dans les petites mares » sont des chercheurs de niveau exceptionnel.

3) *Les petits poissons dans les grandes mares (PPGM)* : La troisième classe est composée de 22 chercheurs dont aucun n'est directeur de laboratoire. Ils sont plus jeunes que la moyenne, font de la recherche fondamentale et de la recherche de laboratoire fortement alignée sur les spécialités affichées par le laboratoire dans lequel ils travaillent. Sans beaucoup de prestige et ayant peu accès à des ressources, ils ont en revanche des scores d'*impact factor* assez élevés. C'est dans cette classe que l'on trouve le plus de docteurs en sciences, le moins de docteurs en médecine ou d'hospitaliers et le moins d'enseignants. Du point de vue de leur statut formel, ils sont autant directeurs de recherche que chargés de recherche, appartenant peu à des comités scientifiques et à des comités de lecture. Les laboratoires de cette classe se situent plutôt en province. Ils ont des financements très diversifiés, y compris des crédits européens. On trouve, dans cette classe, davantage de laboratoires (que dans les autres classes) travaillant sur les tumeurs solides (un domaine devenu plus accessible à la recherche fondamentale) et disposant de financements européens.

4) *Les petits poissons dans les petites mares (PPPM)* : Cette classe est composée en majorité de directeurs de laboratoires plus âgés que la moyenne, aux spécialités plus hétérogènes, mais alignées sur celles de leur laboratoire (qu'ils ont probablement fondé) et définies par eux. Ce sont plutôt des docteurs en médecine agrégés, chefs de service à l'hôpital et enseignants hospitalo-universitaires. Ils appartiennent peu à des comités scientifiques et des comités de lecture, et travaillent aussi bien dans des laboratoires de province que d'Île-de-France, hétérogènes en taille, en spécialité, en termes d'accès à des financements européens et de nombre de publications.

Ce double positionnement et le classement qui en est dérivé soulèvent la question des relations entre ces classes. La prime à la taille manifeste dans ce milieu scientifique (Lazega *et al.*, 2006) s'accompagne-t-elle d'une clôture de la catégorie des GPGM ? Y a-t-il fermeture au sommet du petit monde des élites de cette discipline ? Le *linked design* permet de répondre à cette question. Une inspection graphique des réseaux inter-individuels de chaque classe, présentée dans les Figures II et III, ainsi que la mesure des densités intra- et inter-classes, présentée dans la Tableau I, montrent que la densité des relations

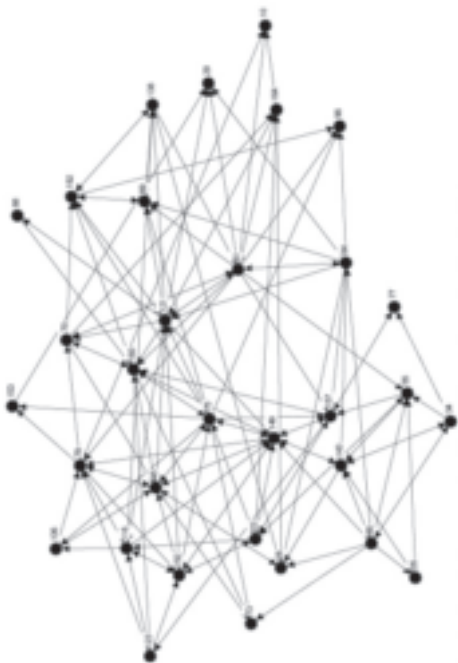
TABLEAU I. – *Table des densités des relations intra- et inter-classes dans les réseaux de conseil entre chercheurs*

	Classe 1 GPGM	Classe 2 GPPM	Classe 3 PPGM	Classe 4 PPPM
Classe 1 GPGM	0,15	0,14	0,04	0,03
Classe 2 GPPM	0,1	0,12	0,02	0,04
Classe 3 PPGM	0,06	0,04	0,02	0,01
Classe 4 PPPM	0,05	0,05	0,02	0,02

Note : Les densités intra-classe sont indiquées en grisé. Elles sont relativement fortes chez les gros poissons (classes 1 et 2) et beaucoup plus faibles chez les petits poissons (classes 3 et 4).

FIGURE II. – Graphes des relations de conseil intra-classe (entre les membres de chaque classe)

Graphes des relations entre les gros poissons dans les grandes mares



Graphes des relations entre les gros poissons dans les petites mares



Graphes des relations entre les petits poissons dans les grandes mares



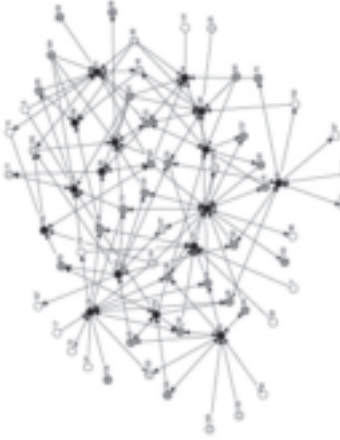
Graphes des relations entre les petits poissons dans les petites mares



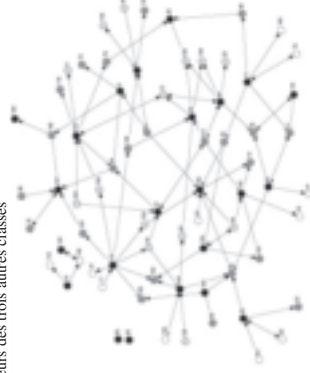
Note : La densité des relations intra-classe est plus forte pour les membres de la classe 1 (les gros poissons dans les grandes mares) que pour les membres de la classe 4 (les petits poissons dans les petites mares).

FIGURE III. – *Graphes des relations de conseil inter-classes (entre les membres d'une classe et tous les autres membres de la population)*

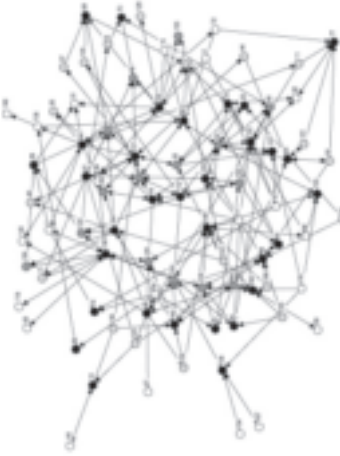
Graphique des relations entre les gros poissons dans les petites mares, en noir, et les chercheurs des trois autres classes



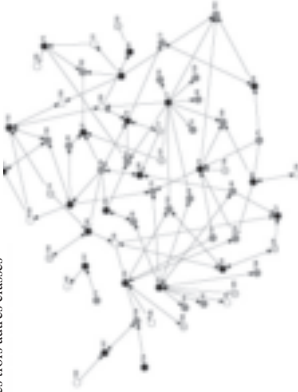
Graphique des relations entre les petits poissons dans les petites mares, en noir, et les chercheurs des trois autres classes



Graphique des relations entre les gros poissons dans les grandes mares, en noir, et les chercheurs des trois autres classes



Graphique des relations entre les petits poissons dans les grandes mares, en noir, et les chercheurs des trois autres classes



Note : La densité des relations inter-classes est plus forte entre les membres de la classe 1 (les gros poissons dans les grandes mares) et tous les autres, qu'entre les membres de la classe 4 (les petits poissons dans les petites mares) et tous les autres. Les relations intra-classe représentées dans la Figure II ne sont pas incluses dans cette figure.

inter-classes baisse avec la centralité des laboratoires, et celle des chercheurs avec des seuils très marqués séparant les gros poissons des plus petits.

L'intérêt de cette visualisation des réseaux des acteurs est de confirmer les résultats précédents en exposant l'importance de la taille et de la centralité du laboratoire. Les relations entre classes proviennent du fait que les chercheurs des autres catégories sollicitent les conseils des GPGM. Reste qu'une plus ou moins grande proportion de cette double centralité pourrait provenir de choix internes. Or on voit nettement dans la Figure III que les GPGM ont plus de relations avec les membres des autres classes que ces derniers. Ces densités sont mesurées dans le Tableau I où la moyenne des valeurs de la ligne et/ou de la colonne des GPGM est supérieure aux moyennes des lignes et/ou colonnes des autres classes. De même, la Figure II montre bien que les GPGM ont aussi plus de relations entre eux que n'en ont les membres des autres classes. C'est aussi ce que montrent les valeurs (grisées) de la diagonale du Tableau I : la densité du réseau constitué par les relations entre GPGM est de 0,15 alors qu'elle est de 0,02 entre PPPM. Le réseau des GPGM n'est pas fermé, mais il est beaucoup plus ouvert aux PPGM qu'aux collègues des petites mares. Ceci souligne l'importance de l'organisation comme acteur collectif : les GP et les PP interagissent pourvu qu'ils soient dans les grandes mares, beaucoup moins avec les collègues des petites mares, qu'ils soient gros ou petits poissons. Notre approche n'étant pas déterministe, la question se pose maintenant, conformément à notre seconde hypothèse, d'identifier les stratégies et les performances caractéristiques de chaque catégorie.

La prime à la taille : lien complexe entre position multi-niveaux et performance mesurée au niveau individuel

Tous les chercheurs de cette population – qui appartiennent, en 1999, à une certaine élite de leur profession – sont très performants en termes de nombre d'articles publiés. Mais ce sont les GPGM qui ont les scores d'*impact factor* les plus importants. Le Tableau II reprend certaines caractéristiques moyennes et médianes des quatre classes, les scores d'*impact factor*, les âges des chercheurs, leur statut hiérarchique (directeurs de laboratoires ou non), et la localisation de leur laboratoire.

Rappelons que les revues de recherche fondamentale sont plus intéressantes du point de vue de leur apport en scores d'*impact factor*. Pour faire de la recherche fondamentale, les laboratoires doivent être de grande taille. Les chercheurs peuvent y trouver immédiatement, auprès d'autres chercheurs, tel plasmide, telle souche qu'il faudrait des semaines pour faire venir d'ailleurs (24). Les membres de cette première classe ont moins de responsabilités

(24) « Si on n'a pas la masse critique et tout sous la main, on n'est pas dans la course. Un moyen très efficace de mettre à genoux un laboratoire de recherche fondamentale, c'est de

débrancher ses congélateurs. Vous mettez parfois des années à reconstituer les stocks nécessaires à la recherche. » (entretien auprès d'un des directeurs de laboratoire).

administratives et signent probablement leur propre recherche, en Île-de-France, dans des disciplines porteuses du point de vue des scores d'*impact factor* (en particulier l'hématologie). La première hypothèse est donc confirmée.

TABLEAU II. – *Caractéristiques moyennes et médianes des chercheurs et laboratoires selon les classes auxquelles ils appartiennent*

Les classes	Total	<i>Impact factor</i>		Âge		Directeur de laboratoire		Île-de-France	
		Moyenne	Médiane	Moyenne	Médiane	Nombre	%	Nombre	%
Classe 1 - Gros poissons, grandes mares	32	102	103	48	48	18	56	18	56
Classe 2 - Gros poissons, petites mares	16	75,5	70	47	47	10	63	11	69
Classe 3 - Petits poissons, grandes mares	22	83	64,3	46	44	8	31	10	45
Classe 4 - Petits poissons, petites mares	23	72	63	51	49,5	12	55	10	44
Toute la population	93	84	85,3	48	48	48	52	49	52

Note : 18 des 32 chercheurs de la classe 1, celle des gros poissons dans les grandes mares, sont directeurs de laboratoire, et 18 travaillent en Île-de-France. Au total, 48 sont directeurs de laboratoire et 49 se situent en Île-de-France.

Du fait de la prime à la taille dans tous les domaines, il y a deux fois moins de gros poissons dans les petites mares que dans les grosses mares. Cependant, chacune des quatre classes, même celle des GPGM, est hétérogène du point de vue de la performance mesurée par ces scores. La relation entre position et performance n'est pas linéaire et simple. On trouve en effet des performances très élevées dans les autres classes, par exemple chez les PPGM. On constate chez eux de grandes disparités des valeurs des scores d'*impact factor* allant de 25 à 177 (moyenne = 83 et médiane = 64) ; plusieurs d'entre eux ont peu de prestige et déclarent disposer de peu de ressources sociales, alors qu'ils ont un score assez élevé. Les GPPM, en revanche, ont souvent un score d'*impact factor* faible, malgré un nombre d'articles important. Cette classe pourrait contenir plus de directeurs de laboratoires qui signent les articles s'appuyant sur la recherche des plus jeunes. De plus, peu de PPPM, qui sont aussi souvent les plus âgés de cette population, sont caractérisés par un score d'*impact factor* supérieur à la moyenne au moment de l'enquête. Il s'agit surtout de directeurs de petits laboratoires personnels à faible prestige et faibles ressources sociales (25). 55 % des PPPM sont des directeurs de laboratoires, alors qu'ils sont 63 % chez les GPPM.

Ces résultats suggèrent qu'une explication encore plus organisationnelle de la performance peut être pertinente. Par exemple, on constate que les grands

(25) Il faut aussi, dans ce classement, faire une place spéciale aux individus au profil atypique. Des sommités au nom très connu apparaissent comme des petits poissons dans

une grande mare parce que l'analyse s'appuie sur la médiane et parce qu'ils n'ont pas publié exclusivement en cancérologie.

laboratoires (ceux dans lesquels on fait de la recherche fondamentale avec des crédits européens) tolèrent moins de disparités entre les spécialités des chercheurs et celles affichées par l'organisation. Les GPGM, contrairement aux autres membres de cette élite, ont des spécialités parfaitement alignées sur celles de leur laboratoire. La complémentarité entre les ressources du laboratoire et celles du chercheur y semble davantage rationalisée.

Ce constat confirme la pertinence de la seconde hypothèse, suivant laquelle certaines stratégies (de gestion des interdépendances de ressources à deux niveaux différents) mises en œuvre par les acteurs qui n'appartiennent pas à la catégorie des GPGM (les GPPM et les petits poissons) leur permettent de rattraper (en termes de scores d'*impact factor*) les GPGM. La question se pose cependant de savoir en quels termes examiner ces stratégies. C'est ici que la richesse des données de réseaux multi-niveaux obtenues par le *linked design* permet de dépasser l'analyse en termes de centralité pour examiner le caractère plus ou moins cumulé des ressources des acteurs et des organisations. Le *linked design* permet d'utiliser les choix de partenaires d'échanges sociaux inter-individuels et inter-organisationnels comme indicateurs de ces stratégies. Pour identifier et distinguer ces dernières, il est nécessaire de combiner les données de réseaux interpersonnels et les données de réseaux inter-organisationnels.

Les stratégies des acteurs dans la gestion des ressources individuelles et collectives

Les acteurs qui ont à gérer des interdépendances de niveaux différents construisent des régimes d'appropriation, d'accumulation et de partage des ressources avec leurs supérieurs hiérarchiques, leurs pairs ou leurs subordonnés. Ces régimes se reflètent dans des stratégies d'articulation des deux niveaux par l'addition et l'ajustement de ressources différentes, aussi bien économiques et fonctionnelles que sociales et cognitives, provenant d'au moins deux niveaux différents (individuel et collectif). Cette section présente en premier lieu une typologie de ces stratégies et en second lieu le lien entre position multi-niveaux et stratégies.

On a vu plus haut que le principe du double positionnement des acteurs individuels (dans le réseau de leurs relations inter-individuelles et dans celui des relations entre organisations auxquelles ils appartiennent) avait l'avantage de permettre une mesure du niveau de « recouvrement » des relations des individus par celles des organisations. Le lien existant entre l'appartenance à une classe et les stratégies de gestion des interdépendances peut se lire dans le « recouvrement » des relations du chercheur et de celles de son laboratoire, que ce soit pour les choix émis et/ou pour les choix reçus par les individus et les organisations. La figure présentée en Annexe II illustre ces recouvrements. Un chercheur peut être cité par des collègues différents de ceux qu'il cite ; il en va de même pour les laboratoires. La comparaison des différences

entre ces deux types de relations procure des indications sur le comportement de ces acteurs dans leur organisation et offre des pistes de réflexion sur leurs stratégies. Nous interprétons les choix reçus comme indicateurs, pour les laboratoires, de leur importance du point de vue fonctionnel et, pour les chercheurs, de leur prestige individuel qui peut s'accompagner d'une autorité professionnelle et gestionnaire. Nous interprétons les choix émis comme indicateurs, pour les laboratoires, de leur accès aux ressources extérieures et, pour les chercheurs, comme une mesure de leur accès à des sources de ressources d'apprentissage et de soutien personnel.

On établit ainsi une correspondance entre classe (identifiée plus haut : GPPM, etc.) et niveau de recouvrement (26). On peut regrouper les stratégies qui en résultent en quatre catégories. Premièrement, celles qui articulent peu (ou pas) de prestige commun et peu (ou pas) d'accès conjoint aux mêmes ressources organisationnelles. On pourrait appeler ces stratégies des stratégies « indépendantes » (27). Deuxièmement, celles qui combinent peu (ou pas) de prestige partagé mais beaucoup ou toutes les ressources communes. On pourrait appeler ces stratégies des stratégies « individualistes » (ne partageant pas leur prestige, mais profitant des ressources communes). Troisièmement, celles qui articulent beaucoup de prestige partagé et peu (ou pas) de ressources organisationnelles communes. On pourrait appeler ces stratégies des stratégies « collectivistes » (construisant un prestige commun en s'appuyant sur des ressources différentes de celles des collègues). Quatrièmement, celles qui combinent beaucoup le prestige partagé et les ressources organisationnelles communes. On pourrait appeler ces stratégies des stratégies « fusionnelles ». La reconstitution et le classement de ces stratégies permettent d'examiner les comportements des petits ou gros poissons, dans les grandes et petites mares. Elles permettent ensuite de tester notre seconde hypothèse sur la relation entre position, stratégie et performance.

Dans la mesure où chaque chercheur et chaque laboratoire appartiennent à une classe, il est possible d'examiner la correspondance entre classes et stratégies. Le Tableau III donne la répartition des classes dans chaque stratégie et des stratégies dans chaque classe.

Le Tableau III montre que les classes se caractérisent toutes par des stratégies mixtes. Seuls les PPPM ont un éventail de stratégies plus restreint que les autres (0 % de stratégies fusionnelles). Il n'en reste pas moins que certaines stratégies peuvent être dominantes et contribuer à expliquer ainsi une part de la performance des acteurs selon leur position dans le système multi-niveaux. À cet égard, le résultat le plus frappant de cette analyse est que les utilisations de l'organisation et de ses ressources varient d'une classe à l'autre. La classe

(26) La technique de mesure de ce recouvrement et d'identification des stratégies, ainsi que la hiérarchie de ces stratégies, sont présentées en Annexe II.

(27) Il n'est pas difficile d'imaginer des exemples concrets de comportement qui mènent

à des stratégies indépendantes, comme le fait de représenter toute une discipline dans un conseil scientifique et d'y négocier, au nom de cet intérêt collectif, l'obtention de ressources pour ses propres projets individuels.

des GPGM est la classe où les recouvrements des relations entre les chercheurs et les laboratoires sont les plus importants, et *a contrario*, où les stratégies « indépendantes », au sens défini plus haut, sont parmi les moins fréquentes (31,3 % dans le Tableau III). 36,5 % des stratégies fusionnelles se retrouvent chez les GPPM ; l'indépendance complète des individus et des institutions, surtout pour ce qui est du prestige mais aussi pour ce qui est des ressources, est ici relativement rare.

TABLEAU III. – *Distribution des 93 chercheurs et laboratoires par classe et par stratégie*

Stratégies	Classes				
Fréquence					
Pourcentage					
Pourcentage en ligne	Classe 1 - Gros poissons, grandes mares	Classe 2 - Gros poissons, petites mares	Classe 3 - Petits poissons, grandes mares	Classe 4 - Petits poissons, petites mares	Total
Pourcentage en colonne					
Stratégie 1 - Indépendants	10	4	11	16	41
	10,75	4,3	11,82	17,2	44,1
	24	10	27	39	
	31,3	25	50	70	
Stratégie 2 - Individualistes	9	2	5	5	21
	9,7	2,1	5,38	5,38	22,6
	43	9,5	24	24	
	28,1	12,5	23	22	
Stratégie 3 - Collectivistes	9	6	3	2	20
	9,7	6,45	3,22	2,1	21,5
	45	30	15	10	
	28,1	37,5	13,5	8	
Stratégie 4 - Fusionnels	4	4	3	0	11
	4,3	4,3	3,22	0	11,8
	36	36	27	0	
	12,5	25	13,5	0	
Total	32	16	22	23	93
	34,4	17,2	23,7	24,7	100

Plus généralement, les stratégies individualistes et collectivistes caractérisent davantage les gros poissons que les petits. On vient de le suggérer, plus on est un GPGM, plus il y a de recouvrement entre les relations des chercheurs et celles des laboratoires. Les gros poissons peuvent et savent utiliser les ressources de leur laboratoire et concentrer le crédit du travail sur leur personne. Parmi les PPGM, la majorité ont des stratégies fortement indépendantes. En revanche, chez les PPPM, on constate une disjonction presque complète entre les relations des chercheurs et celles des laboratoires, que ce soit pour les choix reçus ou émis. Dès que le poisson est petit ou que la mare est petite, on constate davantage de stratégies « indépendantes » (28). Les PPPM, on l'a vu, n'ont aucune stratégie fusionnelle.

(28) Parmi les 93 individus, 47 ont un réseau personnel (parmi les autres membres de l'élite des chercheurs) dans lequel il n'y a aucun recouvrement avec le réseau du labora-

toire (tel qu'il a été reconstitué par son directeur). Leur laboratoire peut ainsi offrir des ressources auxquelles ils n'ont pas accès directement ou qu'ils n'utilisent pas.

En résumé, l'existence de ce lien entre statut et stratégie montre que la gestion des interdépendances à plusieurs niveaux est fortement contrainte. Dans la concurrence de statut entre chercheurs en cancérologie, il valait mieux, sur la base de nos données, à quelques exceptions près, être un GPGM, en Île-de-France, faire de la recherche fondamentale en hématologie, suivre et encourager des stratégies collectivistes ou fusionnelles dont on ne pouvait que bénéficier du fait de son statut dans le laboratoire et des rapports de pouvoir qui le caractérisent. La question posée par notre seconde hypothèse est de savoir à quelle condition ces stratégies indépendantes ou individualistes sont rentables en termes de scores d'*impact factor* pour les chercheurs qui ne sont pas des GPGM.

Des stratégies de rattrapage pour les plus petits poissons ?

Pour mieux tester la seconde hypothèse, nous mesurons la manière dont ces stratégies d'acteurs individuels pèsent sur les niveaux de performances qu'atteignent les chercheurs lorsqu'ils ne sont pas des GPGM, c'est-à-dire lorsqu'ils sont moins dotés en ressources sociales. En effet, il n'est pas exclu que des stratégies d'appropriation de ressources de « substitution » ou d'ajustement des ressources provenant de niveaux différents (individuel et collectif) constituent une forme de rationalisation (dans la gestion de cet ajustement) qui permet un rattrapage.

Le nombre de cas observés pour raisonner sur ces stratégies de rattrapage étant faible, il est souhaitable de s'assurer de la robustesse de ces propositions en vérifiant que les utilisateurs de ces stratégies sont (ou non) sur une trajectoire ascendante du point de vue de l'accumulation de points de scores d'*impact factor* sur les cinq années suivant l'étude de terrain (2000 à 2004). L'examen de l'évolution des scores d'*impact factor* de tous les chercheurs et, plus particulièrement des « rattrapeurs », sur cinq années consécutives à l'enquête permet d'identifier des rattrapages durables (29). On peut ainsi évaluer, notamment, l'influence relative du score dans la première période, de l'appartenance à une classe et des stratégies sur la variable dépendante constituée par le score dans la seconde période (30).

(29) Jusqu'à présent on a considéré les scores d'*impact factor* de trois années, 1996, 1997, 1998 que l'on avait additionnés. Pour essayer de mesurer l'évolution des scores de tous ces chercheurs, nous avons rassemblé cette information pour les cinq années suivantes : 2000 à 2004. Pour comparer ces deux périodes, puisque le nombre d'années n'est pas le même, on a calculé des scores d'*impact factor* moyens. La moyenne des scores de la première période est 28,4 et la médiane est 28 ; la moyenne des scores de la seconde période est 38,4 et la médiane est 38 ; la moyenne générale des scores d'*impact factor* a augmenté de 10 points,

soit un taux d'évolution de 36 %. Dans les modèles présentés ici, nous avons travaillé sur les distributions centrées-réduites (standardisées) pour mieux comparer les scores de la première période avec ceux de la seconde.

(30) Notons que 28 des 93 chercheurs voient leur score d'*impact factor* chuter au cours de la seconde période (2000-2004) : de 31 il passe à 21,5 en moyenne. Si l'on compare le rang du chercheur au temps t1 et son rang au temps t2, le fait d'avoir un rang inférieur durant la deuxième période (soit d'être moins bien placé) n'implique pas obligatoirement que leur score d'*impact factor* ait baissé en valeur absolue.

L'utilisation d'une stratégie et/ou l'appartenance à une classe peut-elle expliquer l'évolution des *impact factors* ? On a vu qu'une classe ou une stratégie n'étaient pas obligatoirement synonymes d'un faible ou d'un fort score d'*impact factor*. Par exemple, au cours de la seconde période, 25 chercheurs ont rattrapé les GPGM avec de forts scores. Les Tableaux IVa, IVb et IVc présentent respectivement les moyennes standardisées des scores d'*impact factor* aux temps t1 et t2 selon la classe et la stratégie pour toute la population, pour la sous-population des chercheurs dont les scores ont baissé entre les temps t1 et t2, et enfin pour la sous-population des chercheurs dont les scores ont augmenté entre les temps t1 et t2.

En comparant les deux distributions standardisées du Tableau IVa, on constate que les membres de sept classes ont un score qui a progressé. Parmi elles, on trouve les petits poissons dans les grandes et les petites mares (classes 3 et 4) qui ont une stratégie individualiste (stratégie 2) ; les petits poissons dans les grandes mares (classe 3) qui ont une stratégie collectiviste (stratégie 3) ainsi que les gros poissons dans les petites mares (classe 2) qui ont aussi adopté une stratégie fusionnelle (stratégie 4) (31). Les petits poissons qui progressent en termes de scores d'*impact factor* sont surtout ceux qui ont une stratégie individualiste (32).

Le Tableau IVb montre que 46 chercheurs ont vu leur score augmenter d'une période à l'autre. Ceux dont le score a le plus progressé sont les petits poissons, surtout dans les grandes mares, mais aussi les petites. Dans ce Tableau IVb, on peut remarquer que la moyenne, en première période, des chercheurs dont le score a progressé est inférieure à la moyenne générale des 93 chercheurs en cette même période, alors qu'on observe l'inverse en seconde période. Cette différence signifie que ce ne sont pas en majorité les chercheurs qui avaient les meilleurs scores en première période qui ont le plus progressé. Parmi les 47 chercheurs dont les scores d'*impact factor* ont baissé (Tableau IVc), on identifie les classes et les stratégies les moins « performantes » à cet égard et dans cette élite. Parmi ceux dont le score a le plus baissé, on trouve par exemple les gros poissons dans les grandes mares qui ont adopté la stratégie individualiste et les gros poissons dans les petites mares, individualistes.

(31) Les GPPM ne se privent pas des avantages que leur confère leur statut dans le laboratoire, même si les ressources qu'ils peuvent s'approprier dans leur laboratoire peu central ne sont pas suffisantes pour un rattrapage des GPGM. On peut aussi facilement imaginer qu'un GPPM peut approcher des niveaux de performance (mesurée au niveau individuel) très élevés s'il est seul à pouvoir s'approprier, dans la petite mare, des ressources nécessaires à l'entrée dans la concurrence avec les GPGM. Les GPPM pourraient avoir intérêt à suivre une stratégie collectiviste : 37,5 % d'entre eux l'utilisent et leur score d'*impact factor* est aussi supérieur à la moyenne des scores de la population.

(32) En particulier, les PPPM étant ceux qui ont encore moins que les autres accès aux ressources rares de leur laboratoire, leurs chances dans ce système semblent renforcées par la stratégie « individualiste ». 70 % des PP utilisent cette stratégie et leur score d'*impact factor* est bien supérieur à la médiane. De plus, du fait de leurs appartenances multiples et des limites de nos données à cet égard, les acteurs disposent de ressources souvent invisibles pour nous. Nous avons identifié plusieurs PPPM qui ont une grande renommée dans des domaines autres que la cancérologie (qui seraient certainement des GPGM dans une autre spécialité), ce qui explique leur capacité de rattrapage.

TABLEAU IVa. – Moyennes standardisées des scores d'impact factor pour tous les chercheurs aux temps t1 et t2 selon la classe et la stratégie

	Classe 1 - GPGM			Classe 2 - GPPM			Classe 3 - PPGM			Classe 4 - PPPM			Moyenne des stratégies							
	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R				
Stratégie 1 - Indépendants	0,5	0,66	10	+	-0,35	-0,45	4	-	0,05	-0,22	11	-	-0,43	-0,44	16	-	-0,06	-0,11	41	-
Stratégie 2 - Individualistes	0,55	0,45	9	-	-0,01	-0,77	2	-	0,05	0,48	5	+	-0,30	0,10	5	+	0,17	0,25	21	+
Stratégie 3 - Collectivistes	0,26	0,06	9	-	-0,34	-0,05	6	+	-0,40	-0,29	3	+	0,47	-0,13	2	-	0,002	-0,04	20	-
Stratégie 4 - Fusionnels	0,004	0,03	4	+	-0,07	0,28	4	+	-0,24	-0,38	3	-			0	0	-0,09	-0,01	11	+
Moyennes des classes	0,38	0,35	32	-	-0,23	-0,15	16	+	-0,05	-0,09	22	-	-0,32	-0,29	23	+	0	0	93	

t1 = première période, t2 = seconde période, nbr = nombre de chercheurs dans cette catégorie, R = résultat. Pour pouvoir comparer d'une manière plus juste les deux distributions des scores d'impact factor, on les standardise ; les distributions deviennent ainsi homogènes avec chacune une moyenne à 0 et un écart type à 1.

TABLEAU IVb. – *Moyennes standardisées des scores d'impact factor aux temps t1 et t2 pour la sous-population des chercheurs dont les scores ont augmenté, selon la classe et la stratégie*

	Classe 1 - GPGM			Classe 2 - GPPM			Classe 3 - PPGM			Classe 4 - PPPM			Moyenne des stratégies							
	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R				
Stratégie 1 - Indépendants	0,94	1	5	+	-0,47	-0,42	2	+	-0,52	-0,41	6	+	-0,53	-0,55	6	-	-0,13	-0,08	19	+
Stratégie 2 - Individualistes	0,57	0,54	4	-			0		-0,04	0,26	3	+	0,11	0,13	4	+	0,23	0,31	11	+
Stratégie 3 - Collectivistes	0,35	0,23	3	-	0,02	0,06	3	+	-0,51	-0,27	2	+	-0,32	-0,76	1	-	-0,02	-0,04	9	-
Stratégie 4 - Fusionnels	-0,56	-0,44	2	+	0,48	0,09	4	-	-0,59	-0,95	1	-			0		0,03	-0,21	7	-

t1 = première période, t2 = seconde période, nbr = nombre de chercheurs dans cette catégorie, R = résultat. Tous les chercheurs de ce tableau ont des scores plus élevés en t2 qu'en t1. Cependant, les scores supérieurs à 0 correspondent aux scores des chercheurs qui ont les meilleurs scores parmi ceux qui ont progressé, et inversement pour les scores inférieurs à 0.

TABEAU IVc. – *Moyennes standardisées des scores d'impact factor aux temps t1 et t2 pour la sous-population des chercheurs dont les scores ont baissé, selon la classe et la stratégie*

	Classe 1 - GPGM			Classe 2 - GPPM			Classe 3 - PPGM			Classe 4 - PPPM			Moyenne des stratégies							
	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R	t1	t2	nbr	R				
Stratégie 1 - Indépendants	0,2	0,11	5	-	-0,33	-0,6	2	-	0,94	0,15	5	-	-0,71	-0,36	10	+	-0,09	-0,15	22	-
Stratégie 2 - Individualistes	0,6	0,45	5	-	-0,61	-0,94	2	-	0,53	0,96	2	+	-0,48	-0,97	1	-	0,23	0,13	10	-
Stratégie 3 - Collectivistes	0	0,05	6	+	-0,84	-0,29	3	+	0,26	-0,58	1	-	1,50	1,03	1	-	-0,06	0	11	+
Stratégie 4 - Fusionnels	0,62	0,96	2	+			0		-0,41	0,16	2	+			0		0,1	0,56	4	+

t1 = première période, t2 = seconde période, nbr = nombre de chercheurs dans cette catégorie, R = résultat.

Parmi les « rattrapeurs », les plus intéressants à remarquer, on note 15 PPPM (sur les 23 personnes que compte cette classe). Il n'est donc pas nécessaire, *a priori*, d'être dans une grande mare (un laboratoire désigné par les élites comme un laboratoire central) pour avoir une chance de rattrapage. Ceux dont le score d'*impact factor* a augmenté sont, en effet, plutôt les chercheurs plus jeunes que la moyenne de cette population. La moitié d'entre eux sont hématologues (33), directeurs de laboratoire et en Île-de-France. Ces caractéristiques sont cruciales, comme nous l'avons constaté plus haut dans la description de notre population.

Notons enfin que la plupart des catégories d'acteurs reconstituées ici ont des stratégies mixtes. Affirmer que les stratégies individualistes sont les seules qui donnent aux petits poissons (surtout ceux qui bénéficient d'une prime à la taille, d'une spécialité et d'une localisation favorable) des perspectives de rattrapage dans le système de la recherche sur le cancer tel qu'il était conçu en 1999, reste néanmoins très simplificateur. Cette étude ne dispose pas, en effet, de suffisamment de données pour contrôler de manière fiable l'effet de ces stratégies relativement à celui de l'évolution des caractéristiques du contexte dans lequel travaillaient ces chercheurs. D'autres facteurs ont pu permettre à certains petits poissons de rattraper les niveaux de performance des GPGM. Les raisons pour lesquelles les stratégies sont efficaces sont liées au fait qu'elles donnent accès à des ressources, mais aussi à des causes contextuelles plus générales. Davantage de recherche systématique serait nécessaire pour valider entièrement notre seconde hypothèse et affirmer que le choix d'une stratégie de gestion des interdépendances peut influencer, de manière générale dans cet univers concurrentiel, sur les possibilités de rattrapage.

Le Tableau V présente trois modèles de régression testant ces interprétations concernant les effets des stratégies des chercheurs et de leur classe d'appartenance sur leur score d'*impact factor* au temps t2 (variable dépendante), et donc sur les stratégies qui aident au « rattrapage ». Ces modèles confirment notre seconde hypothèse, mais pour un nombre limité d'acteurs (parmi ceux qui ne sont pas des GPGM) seulement (34).

En général, dans ces modèles, la stratégie seule ne peut pas rendre compte des variations observées dans les scores d'*impact factor* de la deuxième période. La variable explicative la plus forte – celle qui influe le plus sur le score au temps t2 – est le score du chercheur (dans le palmarès des scores) au temps t1. Cette dernière variable est donc systématiquement utilisée comme variable de contrôle. Ce n'est qu'en présence du score de la première période et de l'appartenance à une classe que la stratégie peut devenir une variable

(33) Les performances collectives de l'hématologie française, en matière de recherche en cancérologie et de scores d'*impact factor*, sont connues (Lazega *et al.*, 2004, 2006).

(34) Les autres modèles, que nous ne présentons pas ici, ne confirment aucun autre effet productif ou contreproductif des autres

stratégies sur les scores au temps t2. N'oublions pas que, dans chacune des classes, plusieurs individus ont vu leur score d'*impact factor* augmenter entre t1 et t2, mais pas suffisamment pour se retrouver en t2 bien au-dessus de la nouvelle moyenne standardisée de leur classe et permettre de faire apparaître de tels effets.

explicative importante. C'est le cas en particulier dans le modèle 2 qui confirme que, dans le système étudié, les stratégies individualistes sont des stratégies de rattrapage pour les PPGM. Cette même stratégie individualiste semble avoir le même effet, mais de manière moins robuste, pour les PPPM. Enfin, elle a un effet contreproductif pour les GPPM. Les autres stratégies ne contribuent pas à l'augmentation significative, avec le temps, des scores d'*impact factor* des chercheurs.

TABLEAU V. – *Effets des stratégies individualistes sur le score d'impact factor au temps t2 de trois sous-populations d'acteurs (PPPM, PPGM, GPPM)*

Variables indépendantes	Paramètres		
	Modèle 1 PPPM seulement	Modèle 2 PPGM seulement	Modèle 3 GPPM seulement
Intercept	-0,21 (0,12)	-0,24 (0,12)	0,13 (0,17)
<i>Impact factor</i> au temps t1	0,59 (0,13)	0,23 (0,09)	0,74 (0,22)
Stratégie « individualiste »	0,49 (0,26)	0,71 (0,26)	-0,89 (0,45)

Note : Modèles de régression linéaire. N = 93. Erreurs types entre parenthèses. R-carrés respectivement 0,54, 0,41 et 0,5. Les petits effectifs nous empêchent de présenter des modèles prenant en compte simultanément davantage de variables de contrôle.

On peut expliquer en partie le rattrapage par le fait que certains petits poissons, que ce soit dans les grandes ou dans les petites mares, ont appris à mieux utiliser les ressources de leur organisation. En spéculant au-delà de nos données, on peut supposer que si les réseaux de relations multi-niveaux avaient été mesurés en 2004, leurs deux systèmes d'interdépendances (celui de leurs organisations et celui des petits poissons dans l'élite des chercheurs) seraient moins disjoints. Autrement dit, les petits poissons auront appris à utiliser davantage (ou à bénéficier davantage) des ressources de leur laboratoire ou des ressources auxquelles leur laboratoire peut donner accès.

Explorations méso-sociales pour l'analyse de réseaux multi-niveaux : limites et perspectives

En résumé, cet article présente une méthode d'exploration de l'ordre méso-social au moyen d'une nouvelle approche structurale multi-niveaux observant deux systèmes d'interdépendances superposés, l'un inter-organisationnel et l'autre inter-individuel. Cette approche amène le niveau individuel et le niveau collectif dans une même perspective en utilisant le principe du *linked design* (Parcel *et al.*, 1991) qui permet cette double localisation (35). En effet, les acteurs individuels sont positionnés à la fois en fonction de leur centralité

(35) La généralisation de cette approche à des superpositions plus nombreuses reste à construire.

dans le réseau des relations inter-individuelles et en fonction de la centralité de leur organisation dans le réseau de relations inter-organisationnelles. Ce double positionnement ajoute un facteur causal dans l'explication des actions et performances mesurées au niveau individuel. Plus spécifiquement, cette approche explore un niveau méso-social complexe d'accumulation, d'appropriation et de partage de ressources multiples qui renforce ou handicape de manière relativement invisible les capacités de « rattrapage » – mesurées au niveau individuel mais conditionnées par des positions structurales initiales – d'acteurs de statut relativement faible. Ce niveau, encore mal connu, est difficilement observable sans l'approche structurale, c'est-à-dire sans la connaissance des relations entre acteurs de niveaux différents.

La connaissance des systèmes d'interdépendances de ressources multiples et multi-niveaux et de la manière dont les acteurs gèrent ces interdépendances ajoute une dimension sous-estimée, nous semble-t-il, au raisonnement multi-niveaux en sociologie. L'utilisation de cette connaissance pour ce double positionnement dans des systèmes d'interdépendances superposés permet notamment, surtout lorsque ce positionnement est articulé à des stratégies d'acteurs, de formuler des hypothèses nouvelles sur la relation entre position dans la structure, action individuelle et performances (mesurées au niveau individuel) des membres de ces systèmes. Dans le cas étudié, la connaissance des relations inter-personnelles dans l'élite de ce système, celle des relations entre les organisations de ce système et celle de l'articulation multi-niveaux des deux structures, contribue à éclairer, entre autres, le fonctionnement du processus d'apprentissage social au sein d'une élite de la recherche en cancérologie française de 1999.

Empiriquement, notre illustration de cette approche est bien évidemment limitée. Premièrement, elle n'a pratiqué l'analyse structurale multi-niveaux que de façon minimale, en identifiant le plus souvent un seul membre dans chaque organisation (sans compter le représentant de cette organisation, qui était parfois son directeur). Il y a là une différence évidente avec l'analyse de régression multi-niveaux habituelle : en n'observant le plus souvent qu'un chercheur par laboratoire, nous ne sommes pas en mesure de mettre en évidence et d'appréhender la variance existant au sein des unités de niveau supérieur (les laboratoires). L'identification systématique de plusieurs membres par organisation aurait permis une articulation avec des approches multi-niveaux plus classiques qui, pour leur part, ne cherchent pas à mettre au jour des systèmes d'interdépendances et des stratégies de gestion de ces interdépendances de ressources multiples, hétérogènes, échangées dans des circuits différents. Il reste donc à examiner les relations entre les deux méthodes de manière plus systématique. D'autres études de ce type donneraient davantage de résultats si le seuil de définition de l'élite des chercheurs était abaissé, de manière à ce que le nombre d'unités observées au niveau chercheur soit nettement supérieur à celui des unités du niveau laboratoire.

Deuxièmement, nous ne disposons pas de données permettant de comprendre de manière plus systématique la complémentarité des ressources individuelles et des ressources organisationnelles qui contribue au déclenchement

de processus multi-niveaux. Sans données longitudinales, il est difficile de comprendre dans quelle mesure la centralité de l'organisation dans le réseau inter-organisationnel et celle de l'acteur individuel dans le réseau inter-individuel se construisent mutuellement. L'articulation du multi-niveaux structural et de la dynamique reste donc à explorer. Enfin, les résultats de cette enquête suggèrent que la position de l'organisation dans le réseau inter-organisationnel compte davantage pour atteindre des niveaux de performance élevés que la position des membres individuels dans le réseau de l'élite du champ ou du système examiné. Cependant, ce résultat pose la question de savoir comment ces acteurs sont entrés dans les organisations centrales dominant ces systèmes d'interdépendances, bien en amont des processus observés. Il n'y a de réponse à cette question que fondée sur l'articulation des données de réseaux multi-niveaux avec d'autres types de données – sur les trajectoires et carrières des acteurs dans les « petits mondes » examinés et plus généralement au niveau méso-social.

*

* *

En conclusion, la méthode semble ainsi adaptée à certains types de questions que se posent les sociologues lorsqu'ils cherchent à combiner à la fois des facteurs individuels et des facteurs contextuels dans le calcul de la probabilité individuelle d'adopter un comportement donné ou de parvenir à un niveau donné de performance (non seulement dans les communautés scientifiques, mais aussi dans tous les systèmes inter-organisationnels et/ou ensembles organisés et hiérarchisés comme l'école, l'entreprise, l'administration, etc.). Cette analyse de réseaux multi-niveaux peut aboutir à des résultats originaux dans les situations dans lesquelles les interdépendances entre niveaux signifient que le comportement à l'un des niveaux a un effet simultané sur plusieurs niveaux à la fois (*i.e.* partout où des changements ont lieu simultanément à plusieurs niveaux). S'il est vrai que la société contemporaine est une « société organisationnelle » (36) (au sens où l'action et la performance mesurées au niveau individuel dépendent fortement de la capacité de l'acteur à construire et utiliser les organisations comme instruments), alors l'étude des interdépendances et de leur gestion stratégique à l'échelle à la fois inter-individuelle et inter-organisationnelle est utile pour de nombreuses problématiques. Les domaines d'application de cette approche ne devraient pas manquer en sociologie, en particulier pour l'étude de la construction sociale des carrières de membres d'organisations formelles par des incitations ciblées au niveau individuel ; mais aussi pour l'étude des implications au niveau macro de rattrapages (ou absences de rattrapages) ainsi observés au niveau méso, par exemple des effets (complexes et variables selon le statut relatif des acteurs – *i.e.* PPPM, etc.) des processus organisationnels sur la stratification et les inégalités sociales.

(36) Voir par exemple, au sujet de cette formule, Presthus (1962), Coleman (1982), Perrow (1991), Lazega et Mounier (2002).

Enfin, cette approche ne prendra toute sa dimension que lorsqu'elle sera articulée à une étude dynamique et longitudinale des réseaux sociaux et organisationnels. En effet, nous avons insisté sur les effets du positionnement multi-niveaux de type *linked design* sur la performance mesurée au niveau individuel au sein d'un milieu donné, ainsi que sur les chances et stratégies de « rattrapages relatifs » au sein de ce milieu. Cependant, cette approche ouvre aussi des perspectives de recherche sur la reconfiguration des systèmes inter-organisationnels (aussi bien nationaux qu'internationaux) examinés à l'échelle plus méso- ou macro-sociale. Le *linked design* permettra d'évaluer l'importance de réseaux de relations inter-individuelles au sein d'une élite lorsque cette élite a les moyens de reconfigurer le système institutionnel qu'elle représente ou qu'elle contrôle. Les élites sont le plus souvent traversées de luttes de pouvoir qui rendent parfois incertaine l'orientation de ces changements. L'examen dynamique du positionnement multiple de type *linked design* permettrait ainsi d'anticiper ou d'évaluer les capacités et stratégies respectives de différents segments d'une élite à définir la direction et/ou à piloter ces changements institutionnels.

Emmanuel LAZEGA

*Centre Maurice Halbwachs – CNRS-EHESS
École normale supérieure
48, boulevard Jourdan – 75014 Paris*

*Centre d'Études et de Recherches en Sociologie des Organisations
Université de Paris-Dauphine
Place du Maréchal de Lattre de Tassigny – 75775 Paris cedex 16*

emmanuel.lazega@dauphine.fr

Marie-Thérèse JOURDA

*Centre d'Études Politiques de l'Europe Latine – CNRS
39, rue de l'Université – 34060 Montpellier*

marie.jourda@univ-montp1.fr

Lise MOUNIER

*Centre Maurice Halbwachs – CNRS-EHESS
École normale supérieure
48, boulevard Jourdan – 75014 Paris*

lise.mounier@ens.fr

Rafaël STOFER

*Centre d'Études et de Recherches en Sociologie des Organisations
Université de Paris-Dauphine
Place du Maréchal de Lattre de Tassigny – 75775 Paris cedex 16*

ANNEXES

ANNEXE I. – Valeurs centrales des variables caractérisant la population des chercheurs et l'ensemble des laboratoires ayant participé à l'enquête

Chercheurs		
Variabes	Médianes nbr/93 %	Moyennes
Degré centralité <i>in</i>	5,2	6,06

Environnement		
Degré centralité <i>out</i>	4,1	6,06
<i>Impact factor</i>	84	85,3
Nombre d'articles	23,5	25
Âge	48	48
Directeurs laboratoire	48/93 52 %	

Spécialités		
Recherche fondamentale	41/93 44 %	
Recherche de laboratoire	43/93 45 %	
Hématologie	26/93 28 %	
Tumeurs solides	42/93 45 %	
Chirurgie	8/93 8 %	
Santé publique	14/93 15 %	

Diplômes		
Docteur médecine	65 70 %	
Docteur pharmacie	4 4 %	
Docteur sciences	41 44 %	
Agrégation	25 27 %	

Statut		
Directeur de recherche	27 29 %	
Chargé de recherche	7 7,5 %	
Ingénieur	3 3 %	
Chef service hospitalier	42 45 %	
Chef clinique	1 1 %	
Enseignant	75 81 %	
Hospitalier	16 17 %	
Hospitalo-universitaire	50 54 %	
Universitaire	7 7,5 %	
Comité scientifique	68 73 %	
Comité de lecture	49 51 %	

Laboratoires		
Variabes	Médianes nbr/93 %	Moyennes
Degré centralité <i>in</i>	2,75	3,8
Degré centralité <i>out</i>	2	3,8
Taille	26	29,7

Environnement		
Sources de financement		
v1 Recherche France	12,5	18,5
v2 Hors recherche France	32	31,7
v3 Organismes publics et privés étrangers	0	2,6
v4 Crédits européens	3	7,5
v5 Crédits fonct. classiques	26	33,6
Situation géographique		
Île-de-France	49/93 52 %	

Spécialités		
Recherche fondamentale	54/93 58 %	
Recherche de laboratoire	40/93 43 %	
Hématologie	19/93 20,5 %	
Tumeurs solides	31/93 33 %	
Chirurgie	3/93 3 %	
Santé publique	11/93 12 %	

... / ...

Note : Ces valeurs centrales sont utilisées comme valeurs de référence pour le classement des individus et des organisations présenté plus haut. Les distributions des variables étant pour certaines assez peu régulières, nous avons préféré construire ces catégories en nous appuyant sur une comparaison des valeurs avec la valeur médiane plutôt qu'avec la moyenne. En conséquence, la construction des quatre classes positionnant les acteurs au niveau méso s'est appuyée sur les critères suivants. Pour faire partie de la première classe, celle des gros poissons dans les grandes mares, la centralité *indegree* du chercheur doit être supérieure à 5,2, celle du laboratoire à 2,75 ; la centralité *outdegree* du laboratoire doit être supérieure à 2 et son effectif à 26 chercheurs. Rappelons que le demi-degré intérieur ou *indegree* mesure la « popularité » ou le nombre de choix reçus par un acteur, et que le demi-degré extérieur ou *outdegree* mesure le nombre de sources de ressources auxquelles l'acteur déclare avoir accès. Les mêmes seuils sont utilisés pour le classement des chercheurs et des laboratoires dans les 3 autres catégories.

ANNEXE II. – Types de recouvrements des relations des chercheurs et des laboratoires

Importance des relations Recouvrements des relations	Nombre des relations chercheurs > nombre des relations laboratoires	Nombre des relations chercheurs < nombre des relations laboratoires	Nombre des relations chercheurs = nombre des relations laboratoires
Le recouvrement des relations laboratoire-chercheur est peu important	CODE 1 	CODE 4 	CODE 7
Le recouvrement des relations laboratoire-chercheur est important	CODE 2 	CODE 5 	CODE 8
Le recouvrement des relations laboratoire-chercheur est maximum	CODE 3 	CODE 6 	CODE 9
Pas de recouvrement des relations	CODE 10 Les 2 ensembles des relations sont disjoints Aucune relation commune		

Note : Les codes 1, 4, 7 concernent un recouvrement peu important des relations chercheurs et laboratoires ; le code 10 un recouvrement inexistant : les choix reçus par l'acteur proviennent de collègues qui n'appartiennent pas aux laboratoires collaborant avec le laboratoire de cet acteur. Pour les choix reçus, cette situation apparaît comme une situation dans laquelle le chercheur individuel bénéficie d'un prestige personnel relativement indépendant de celui de son laboratoire. Pour les choix émis, cette situation apparaît comme une situation dans laquelle le chercheur individuel a accès à des ressources relativement indépendamment de son laboratoire d'appartenance. À l'inverse, les codes 2, 5 et 8 renvoient à un recouvrement important de ces relations, et les codes 3, 6 et 9 à un recouvrement maximum.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barber Bernard**, 1990. – *Social studies of science*, New Jersey, Transaction Publishers.
- Bourricaud François**, 1961. – *Esquisse d'une théorie de l'autorité*, Paris, Plon.
- Breiger Ronald L.**, 1974. – « The duality of persons and groups », *Social forces*, 53, 2, special issue, pp. 181-190.
- Bressoux Pascal, Coustère Paul, Leroy-Audouin Christine**, 1997. – « Les modèles multiniveau dans l'analyse écologique : le cas de la recherche en éducation », *Revue française de sociologie*, 38, 1, pp. 67-96.
- Bryk Anthony S., Raudenbush Stephen W.**, 1992. – *Hierarchical linear models*, Newbury Park (Cal), Sage.
- Burt Ronald S.**, 1992. – *Structural holes. The social structure of competition*, Cambridge (Mass), Harvard University Press.
- Callon Michel** (éd.), 1989. – *La science et ses réseaux : genèse et circulation des faits scientifiques*, Paris, La Découverte.
- Cambrosio Alberto, Keating Peter, Mogoutov Andrei**, 2004. – « Mapping collaborative work and innovation in biomedicine : a computer-assisted analysis of antibody reagent workshop », *Social studies of science*, 34, 3, pp. 325-364.
- Cassier Maurice**, 1998. – « Le partage des connaissances dans les réseaux scientifiques : l'invention de règles de "bonne conduite" par les chercheurs », *Revue française de sociologie*, 34, 4, pp. 701-720.
- Cole Stephen**, 1979. – « Age and scientific performance », *American journal of sociology*, 84, 4, pp. 958-977.
- Coleman James S.**, 1990. – *Foundations of social theory*, Cambridge (Mass), Belknap Press.
- 1982. – *The asymmetric society*, Syracuse, Syracuse University Press.
- Comet Catherine**, 2007. – « Capital social et profits des artisans du bâtiment : le poids des incertitudes sociotechniques », *Revue française de sociologie*, 48, 1, pp. 67-91.
- Crane Diane**, 1972. – *Invisible colleges*, Chicago, Chicago University Press.
- Duru-Bellat Marie, Le Bastard-Landrier Séverine, Piquée Céline, Suchaut Bruno**, 2004. – « Tonalité sociale du contexte et expérience scolaire des élèves au lycée et à l'école primaire », *Revue française de sociologie*, 45, 3, pp. 441-468.
- Firebaugh Glenn**, 1980. – « Groups as contexts and frog ponds » dans **Karlen H. Roberts, Leigh Burstein** (eds.), *Issues in aggregation*, San Francisco, Jossey Bass, pp. 43-52.
- Flap Henk, Bulde Bert, Völker Beate**, 1998. – « Intra-organizational networks and performance : a review », *Computational & mathematical organization theory*, 4, 2, pp. 109-147.
- Fox Mary Frank**, 1983. – « Productivity differences among scientists : a critical review », *Social studies of science*, 13, 2, pp. 285-305.
- Fukuyama Francis**, 1995. – *Trust : social virtues and the creation of prosperity*, London, Hamish Hamilton.
- Hagstrom Warren O.**, 1965. – *The scientific community*, New York, Basic Books.
- Hargens Lowell L., Mullins Nicholas C., Hecht Pamela K.**, 1980. – « Research areas and stratification process in science », *Social studies of science*, 10, 1, pp. 55-74.
- Hedström Peter, Rickard Sandell, Charlotta Stern**, 2000. – « Mesolevel networks and the diffusion of social movements : the case of the Swedish social democratic party », *American journal of sociology*, 106, 1, pp. 145-172.
- Jansen Dorothea**, 2004. – « Networks, social capital, and knowledge production », *Forschung für Öffentliche Verwaltung*, Universität Speyer, Discussion papers series n° 8.
- Katz J. Sylvan**, 1994. – « Geographical proximity and scientific collaboration », *Scientometrics*, 31, 1, pp. 31-43.

- Knorr-Cetina Karin, Krohn Roger G., Whitley Richard** (eds.), 1980. – *The social process of scientific investigation. Sociology of the sciences yearbook*, Vol. IV, Boston, Dordrecht, D. Reidel.
- Latour Bruno, Woolgar Steven**, 1979. – *Laboratory life : the construction of scientific facts*, London, Sage.
- Law John**, 1989. – « Le laboratoire et ses réseaux » dans **Michel Callon** (éd.), *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des fait scientifiques*, Paris, La Découverte.
- Lazega Emmanuel**, 2001. – *The collegial phenomenon*, Oxford, Oxford University Press.
- 2003. – « Rationalité, discipline sociale et structure », *Revue française de sociologie*, 44, 2, pp. 305-329.
- Lazega Emmanuel, Mounier Lise**, 2000. – « A multilevel network study of the French cancer research system », Communication présentée à la Conférence INSNA-Sunbelt, Vancouver.
- 2002. – « Interdependent entrepreneurs and the social discipline of their cooperation : a research program for structural economic sociology in a society of organizations » dans **Olivier Favereau, Emmanuel Lazega** (eds.), *Conventions and structures in economic organization : markets, networks and hierarchies*, Cheltenham, Edward Elgar, pp. 147-199.
- Lazega Emmanuel, Jourda Marie-Thérèse, Mounier Lise, Stofer Rafaël**, 2006. – « Organizational vs. personal social capital in scientists' performance : the case of elite cancer researchers in France (1996-1998) », *Scientometrics*, 67, 1, pp. 27-44.
- Lazega Emmanuel, Mounier Lise, Stofer Rafaël, Tripier Alain**, 2004. – « Discipline scientifique et discipline sociale : réseaux de conseil, apprentissage collectif et innovation dans la recherche française sur le cancer (1996-1998) », *Recherches sociologiques*, 3, pp. 3-27.
- Leenders Roger, Gabbay Shaul** (eds.), 1999. – *Corporate social capital and liability*, Boston, Kluwer.
- Lemaine Gérard, Macleod Roy, Mulkay Michael, Weingart Peter** (eds.), 1976. – *Perspectives on the emergence of scientific disciplines*, The Hague, Mouton, Chicago, Aldine.
- Long J. Scott**, 1978. – « Productivity and academic position in the scientific career », *American sociological review*, 43, 6, pp. 889-908.
- Lotka Alfred J.**, 1926. – « The frequency distribution of scientific productivity », *Journal of the Washington academy of sciences*, 16, pp. 317-323.
- Merton Robert K.**, 1973. – *The sociology of science*, Chicago, University of Chicago Press.
- Mulkay Michael J.**, 1972. – *The social process of innovation : a study in the sociology of science*, London, Sage.
- Mullins Nicholas C., Hargens Lowell L., Hecht Pamela K., Kick Edward L.**, 1977. – « The group structure of co-citation clusters. A comparative study », *American sociological review*, 42, 4, pp. 552-562.
- Parcel Toby L., Kaufman Robert L., Leeann Jolly**, 1991. – « Going up the ladder : multiplicity sampling to create linked macro-to-micro organizational samples » dans **Peter Marsden** (ed.), *Sociological methodology*, 21, Oxford, Basil Blackwell, pp. 43-79.
- Perrow Charles**, 1991. – « A society of organizations », *Theory and society*, 20, 6, pp. 725-762.
- Powell Walter W., Koput Kenneth W., Smith-Doerr Laurel, Owen-Smith Jason**, 1999. – « Network position and firm performance : organizational returns to collaboration in the bio-technology industry » dans **Steven B. Andrews, David Knoke** (eds.), *Research in the sociology of organizations*, Stamford (Ct), JAI Press, 16, pp. 129-160.
- Presthus Robert**, 1962. – *The organizational society*, New York, Knopf.
- Price Derek de Solla**, 1963. – *Little science, big science*, New York, Columbia University Press.
- Putnam Robert**, 1993. – *Making democracy work : civic traditions in modern Italy*, Princeton (NJ), Princeton University Press.
- Reskin Barbara F.**, 1977. – « Scientific productivity and the reward structure of science », *American sociological review*, 42, 3, pp. 491-504.

- Seglen Per O.**, 1992. – « Evaluation of scientists by journal impact » dans **Peter Weingart, Roswitha Sehringer, Matthias Winterhager** (eds.), *Representations of science and technology : proceedings of the international conference on science and technology indicators, Bielefeld, Federal Republic of Germany, 10-12 Juni 1990*, Leiden, DSWO Press, Leiden University, pp. 240-252.
- 1997. – « Citations and journal impact factors : questionable indicators of research quality », *Allergy*, 52, 11, pp. 1050-1056.
- Shrum Wesley, Mullins Nicholas C.**, 1988. – « Network analysis in the study of science and technology » dans **A. F. J. Van Raan** (ed.), *Handbook of quantitative studies of science and technology*, Amsterdam, New York, North Holland.
- Snijders Tom A. B., Baerveldt Chris**, 2003. – « A multilevel network study of the effects of delinquent behaviour on friendship evolution », *Journal of mathematical sociology*, 27, 2-3, pp. 123-151.
- Snijders Tom A. B., Bosker Roel**, 1999. – *Multi-level analysis. An introduction to basic and advanced multilevel modeling*, London, Sage.
- Sparrowe Raymond T., Liden Robert C., Wayne Sandy J., Kraimer Maria L.**, 2001. – « Social networks and the performance of individuals and groups », *Academy of management journal*, 44, 2, pp. 316-325.
- Stofer Rafaël**, 2001. – *Gestion de la concurrence dans un système d'échange semi-collégial. Les réseaux de conseils, de copublication et de citation au sein de l'élite des chercheurs français en cancérologie de 1996 à 1998*, Thèse de doctorat de sociologie, Lille, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- Walker Gordon, Kogut Bruce, Shan Weijian**, 1997. – « Social capital, structural holes and the formation of an industry network », *Organization science*, 8, 2, pp. 109-125.
- Wasserman Stanley, Faust Katherine**, 1994. – *Social network analysis. Theory and applications*, Cambridge, Cambridge University Press.
- White Harrison C., Boorman Scott A., Breiger Ronald L.**, 1976. – « Social structure from multiple networks I. Blockmodels of roles and positions », *American journal of sociology*, 81, 4, pp. 730-780.
- Zuckerman Harriett**, 1977. – *Scientific elite. Nobel laureates in the US*, New York, The Free Press.
- Zuckerman Harriett, Merton Robert K.**, 1972. – « Age, aging and age structure in science » dans **Matilda White Riley, Marilyn Johnson, Anne Foner** (eds.), *A sociology of age stratification*, New York, Russell Sage Foundation.