

# Des réseaux et des sciences

## Le doctorat d'État ès sciences face aux recompositions des disciplines scientifiques après la Seconde Guerre mondiale

Pierre Verschueren \*

Journée d'étude « Entre sources, données et réseaux »  
27 mars 2015  
Programme MOREHIST – Université Toulouse Jean-Jaurès

### Introduction

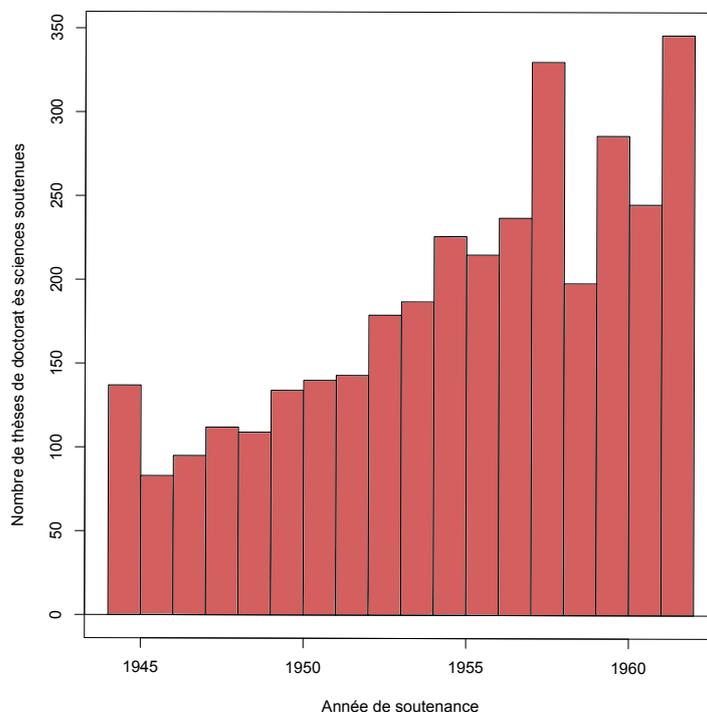
Le visage des sciences de la nature change profondément après la Seconde Guerre mondiale : la guerre a montré de façon éclatante les résonances politiques, diplomatiques, économiques et militaires d'une grande partie de leurs avancées. Ce secteur de l'enseignement supérieur est dès lors le premier à connaître une massification exponentielle sur tous les plans. De 11 000 en 1920-1921, les étudiants en sciences ne sont encore que 13 000 en 1938-1939, mais 23 000 dès 1945-1946, et plus de 70 000 en 1960-1961<sup>1</sup> ; ce faisant ils passent de 22 % du total des étudiants en 1920-1921 à 33 % en 1960-1961, et dépassent en nombre les étudiants de toutes les autres facultés – avant d'être rattrapés, malgré leur croissance continue, dans la deuxième moitié des années 1960. Sur cette même période, le nombre d'enseignants augmente lui aussi fortement à l'Université : d'un peu plus de 500 en 1928-1929, ils sont plus de 1 600 en 1949-1950, plus de 3 600 en 1960-1961, et plus de 11 000 en 1970-1971 – sans compter la catégorie des chercheurs

---

\*Doctorant en histoire contemporaine à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et à l'Institut d'histoire moderne et contemporaine (UMR 8066, CNRS/ENS/Paris 1). Ce texte est une première étape, un document de travail destiné à devenir un article de la revue *Hypothèses* : n'hésitez pas à faire parvenir vos critiques à pierre.verschueren@univ-paris1.fr.

1. Antoine PROST et Jean-Richard CYTERMANN, « Une histoire en chiffre de l'enseignement supérieur en France », *Le Mouvement social*, n°233, octobre-décembre 2010, p. 31-46.

**FIGURE 1 – La croissance soutenue du nombre de thèses de doctorat ès sciences en France (1944-1962)**



du CNRS et des autres grandes institutions de recherche, qui s'affirme elle aussi après la guerre. Cette croissance est rendue possible par l'augmentation continue du nombre de doctorats ès sciences soutenus<sup>1</sup> (figure 1) : à titre de comparaison, Nicole Hulin recense, pour la totalité du XIX<sup>e</sup> siècle, un peu plus de 1 000 docteurs ès sciences<sup>2</sup> ; en un peu plus de quinze ans, nous pouvons en recenser un peu plus de 3 000.

Cette modification profonde des formes de l'accès à la corporation des enseignants-chercheurs et des chercheurs est concomitante d'une recomposition et d'une complexification de la recherche elle-même : la *big science*, c'est-à-dire la constitution de laboratoires et d'équipes de grande ampleur dont l'impulsion a été donnée aux États-Unis pendant la guerre<sup>3</sup>, devient alors le modèle même d'un système de pro-

1. Les variations erratiques de la fin des années 1950 sont sans doute dues à la conscription, qui peut amener à anticiper ou à retarder une soutenance dans le contexte de la guerre d'Algérie

2. Nicole HULIN, « Le doctorat dans les disciplines scientifiques au XIX<sup>e</sup> siècle », *Revue d'histoire des sciences*, vol. 43, n°4, 1990, p. 401-426.

3. Peter GALISON et Bruce HEVLY (dir.), *Big Science : The Growth of Large-scale Research*,

duction des faits scientifiques efficace et moderne ; les succès économiques et militaires rencontrés par les sciences physiques en font la science par excellence aux yeux du public et des décideurs, mais aussi, de plus en plus, des autres hommes de science. La définition même de ce qu'est être un scientifique s'en trouve modifiée, avec le passage d'une identité structurée autour de l'idéal du savant à un autre idéal, celui du chercheur<sup>1</sup>. Face à cela, la tripartition entre doctorat d'État ès sciences mathématiques, physiques et naturelles, hérité de l'Université napoléonienne, se trouve brouillée par la multiplication des travaux « frontaliers », qu'il s'agisse par exemple de physique théorique, de génétique des populations ou encore de chimie biologique. Des scientifiques désignés aujourd'hui comme biologistes, à l'instar de Jean-Pierre Changeux ou Étienne-Émile Baulieu, ont ainsi soutenu des thèses de doctorat ès sciences physiques et non naturelles<sup>2</sup>.

En un mot, les facultés des sciences des universités françaises doivent affronter à la fois l'apparition d'un nouveau régime de production des faits scientifiques et la mise en place d'un nouveau régime de reproduction des élites scientifiques – dans un cadre réglementaire globalement inchangé depuis le XIX<sup>e</sup> siècle. Notre objectif sera de montrer comment l'analyse de réseaux (*social network analysis*) peut constituer un puissant outil de compréhension de ce processus<sup>3</sup>.

## 1 Juges et jugés

Entre 1944 et 1968, le doctorat d'État tient encore, en sciences comme en lettres, la position qu'il a acquise au XIX<sup>e</sup> siècle : celle de grade indispensable pour l'accès au monde de l'enseignement supérieur et de la recherche<sup>4</sup>, ou du moins aux positions de pouvoir dans celles-ci ; la soutenance constitue en effet le moment décisif où la communauté scientifique coopte collégialement ceux qu'elle

---

Stanford, Stanford University Press, 1992.

1. Dominique PESTRE, « Les physiciens dans les sociétés occidentales de l'après-guerre. Une mutation des pratiques techniques et des comportements sociaux et culturels », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, vol. 39, n°1, p. 56-72.

2. Respectivement Jean-Pierre CHANGEUX, *Sur les propriétés allostériques de la L-thréonine désaminase d'Escherichia Coli K12*, Lons-le-Saunier, Imprimerie Declume, 1964 et Étienne-Émile BAULIEU, *Contribution à l'analyse et à l'étude du métabolisme des 17-oxostéroïdes*, s. l., s. n., 1963.

3. Pour un panorama global de la méthode, nous renvoyons bien sûr à Claire LEMERCIER, « Analyse de réseaux et histoire », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, vol. 52, n°2, avril-juin 2005, p. 88-112 et Pierre MERCKLÉ, *Sociologie des réseaux sociaux*, Paris, La Découverte, 2011 (3<sup>e</sup> édition).

4. Gérard NOIRIEL, « Le jugement des pairs. La soutenance de thèse au tournant du siècle », *Genèses*, n°5, 1991, p. 132-147.

estime dignes d'être admis dans ses rangs<sup>1</sup>. Le choix des membres de ce jury dépend juridiquement de l'impétrant, sous réserve de l'accord de la faculté, même si l'éventuel directeur de recherche peut jouer un rôle fondamental dans ce choix – mais les sources ne permettent pas de connaître son identité de façon sérielle<sup>2</sup>. Nous faisons dès lors l'hypothèse que la coprésence de professeurs au sein d'un jury est un bon indicateur de la façon dont l'impétrant se place et est placé dans le champ scientifique – et en retour de la façon dont les enseignants eux-mêmes se placent et sont placés dans ce même champ.

En lettres comme en science, l'université de Paris dispose alors d'un quasi monopole de fait sur la collation de ce grade : comme l'indique le tableau 1, sur les 3 402 thèses soutenues entre 1944 et 1962<sup>3</sup>, 2 287 le sont à Paris, soit les deux tiers, Strasbourg étant au second rang avec 165 thèses, soit moins de 5 % du total, Besançon fermant la marche avec 7 thèses – en dehors du cas de l'unique doctorat conféré par la faculté de Dakar. Cette situation est certes, en très grande partie, un héritage et une caractéristique du temps long de l'enseignement supérieur français<sup>4</sup>, mais elle n'est pas liée qu'à des questions de prestige : puisque les jurys doivent comporter au minimum trois professeurs de la faculté<sup>5</sup>, dont le rapporteur, dans l'immense majorité des cas seule la faculté des sciences de Paris dispose de suffisamment d'enseignants pour composer un jury complet qui soit suffisamment compétent pour juger le mémoire qui lui est soumis de façon scientifiquement légitime – quand bien même les travaux de recherches eux-mêmes ont

---

1. Pour notre période, il existe cependant au moins une exception : les chercheurs au Commissariat à l'énergie atomique, qui soutiennent fréquemment mais pas nécessairement un doctorat d'État, puisqu'ils peuvent atteindre sans lui des positions de prestige. C'est ce que montre le cas d'Anatole ABRAGAM, titulaire de la chaire de magnétisme nucléaire au Collège de France de 1960 à 1985, qui n'a jamais soutenu de thèse.

2. Pour plusieurs raisons : le cadre juridique ne semble pas prévoir officiellement un tel rôle, quand bien même l'immense majorité des doctorants travaille sous l'autorité d'un « patron » ; les dossiers des étudiants de la faculté des sciences ont été largement détruits par un départ de feu en 1968. Ce défaut de source, auquel s'ajoute un cadre juridique et social qui valorise massivement le localisme des jurys, empêche de faire le choix d'une étude des invitations à participer au jury, en lieu et place de la simple coprésence, et donc de produire une étude directement comparable à Olivier GODECHOT et Nicolas MARIOT, « Les deux formes du capital social. Structure relationnelle des jurys de thèse et recrutement en science politique », *Revue française de sociologie*, vol. 45, n°2, 2004, p. 243-282, ou Olivier GODECHOT, « La formation des relations académiques au sein de l'EHESS », *Histoire & mesure*, vol. 26, n°2, 2011, p. 223-260.

3. Ce total a été calculé à partir des éditions annuelles du *Catalogue des thèses et écrits académiques*, complété par le corpus des rapports de thèse de doctorat déposé en partie aux Archives nationales, et le catalogue informatique de la Bibliothèque universitaire Pierre et Marie Curie, grâce à l'aide de Claire Sonnefraud.

4. Christophe CHARLE, *La République des universitaires (1870-1914)*, Paris, Le Seuil, 1994.

5. Minimum qui est souvent un maximum dans les facultés des sciences : sur les 2 011 thèses parisiennes étudiées ici, nous en avons trouvé 20 ayant eu un jury de cinq membres, 388 un jury de quatre membres, et 1 603 trois membres.

pu être réalisés ailleurs, dans une faculté des sciences de province, dans un laboratoire propre du CNRS, au CEA, voire dans l'enseignement secondaire ou même dans l'industrie privée.

**TABLE 1** – Nombre de thèses de doctorat d'État soutenues par faculté (1944-1962)

Faculté	Mathématiques	Naturelles	Physiques	Total
Paris	265	683	1339	2287
Strasbourg	7	64	94	165
Lyon	2	39	90	131
Nancy	7	39	84	130
Toulouse	10	43	70	123
Montpellier	4	40	58	102
Marseille	4	39	48	91
Grenoble	3	16	60	79
Bordeaux	0	26	36	62
Lille	1	29	23	53
Poitiers	0	18	25	43
Clermont-Ferrand	2	20	12	34
Alger	1	11	18	30
Caen	2	9	19	30
Rennes	1	9	12	22
Dijon	0	8	4	12
Besançon	1	4	2	7
Dakar	0	1	0	1
Total	310	1098	1994	3402

Les doctorats d'État obtenus auprès de la faculté des sciences de Paris constituent donc un point d'observation privilégié pour étudier les normes, les valeurs et les rapports de force qui structurent cette communauté<sup>1</sup>, par l'intermédiaire des thèses elles-mêmes, des rapports produits par les jurys et de la composition même de ces jurys. Or ces sources, difficiles d'accès de manière générale, le sont moins dans le cas de cette faculté, du moins jusqu'au début des années 1960<sup>2</sup>, ce qui ne fait que renforcer l'intérêt de l'étude de cas. Nous avons donc construit une base

1. Et ce d'autant plus que les impétrants se destinant à une carrière de recherche dans le secteur privé postulent le plus souvent à l'un des autres doctorats alors en existence, le doctorat d'université ou le titre d'ingénieur-docteur, parfois le doctorat de troisième cycle créé en 1954, qui nécessite un moindre investissement en temps.

2. Les thèses parisiennes sont en grande majorité déposées au Centre technique du livre de

de donnée comportant l'intégralité des jurys des 2 011 thèses de doctorat soutenues à Paris entre août 1944 et août 1961<sup>1</sup>, ce qui a permis de constituer un réseau complet et bien circonscrit de 403 nœuds – les membres de jury, qu'ils soient professeurs à Paris ou invités – et 7 402 liens – chaque lien indiquant la coprésence dans le jury d'un candidat.

Nous ne prétendons pas que la coprésence de professeurs dans un jury de thèse signifie une amitié entre eux, ou quoi que ce soit d'équivalent, c'est-à-dire que le réseau ainsi formé constituerait en lui-même quelque chose qui ait intégralement du sens pour les acteurs ; il nous semble cependant que ce lien est suffisamment enraciné institutionnellement pour être pertinent et éclairant, parce qu'il n'est pas aléatoire mais le fruit d'une relation stratégique entre acteurs dans le cadre de règles de fonctionnement plus ou moins tacites. Le réseau est ici un artefact méthodologique, un outil d'objectivation utilisé pour mettre à jour les structures de fonctionnement du dispositif de reproduction et de légitimation des scientifiques, sans que l'on préjuge de son statut ontologique ou du contenu social de chaque lien pris individuellement.

## 2 *L'imperium* physicien

Au premier regard (figure 2), cette analyse donne immédiatement un résultat intéressant, avant même de s'intéresser aux noms des membres de jurys : le graphe est connexe, c'est-à-dire que quel que soit les nœuds que l'on choisit, il existe une chaîne de liens les unissant. Plus précisément, tous les membres de jurys de la période sont à moins de cinq degrés de séparation de l'ensemble de leurs collègues, du mathématicien le plus pur au géologue le plus appliqué, ce qui permet de nuancer le discours, largement repris dans le discours des acteurs d'alors, et par ricochet dans la mémoire de la communauté scientifique actuelle : la tripartition napoléonienne a certes un effet de label, et un poids juridique, mais elle n'empêche pas les contacts et les circulations, y compris au sein de l'instance qui contrôle la reproduction des disciplines, à savoir le jury de thèse.

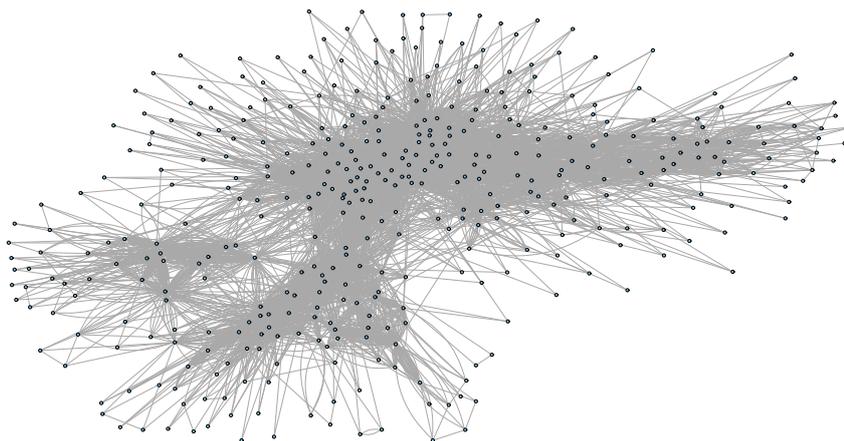
Plus profondément, l'analyse de ce graphe permet de décrire plus précisément *l'imperium* physicien qui marque alors le fonctionnement du champ scientifique :

---

l'enseignement supérieur (CTLes), à Bussy-Saint-Georges, où elles peuvent être consultées en masse assez facilement ; merci à Laurent Hédoïn pour avoir organisé cette consultation. Les rapports sont déposés aux Archives nationales pour la période 1944-1959 (AJ 16 5553-5567), puis non classés dans les caves du campus de Jussieu pour les années ultérieures : grâce à Emmanuel Guesdon, nous avons pu consulter les recueils des rapports de 1960 et 1961.

1. L'année 1961 a été choisie comme *terminus ad quem* parce que la faculté des sciences d'Orsay obtient le droit d'attribuer en son nom propre le doctorat en 1962, ce qui non seulement provoque un changement dans la composition des jurys des deux côtés, mais rend l'accès aux sources plus difficile.

**FIGURE 2** – Le réseau des jurys de doctorat d'État de la faculté des sciences de Paris (1944-1961)



Algorithme de visualisation : Fruchterman-Reingold.

non seulement les thèses de sciences physiques sont les plus nombreuses – 59 % des thèses sont soutenues comme étant de sciences physiques, 30 % de sciences naturelles, 12 % de sciences mathématiques –, mais elles constituent un véritable foyer central, composé de grands patrons physiciens et chimistes, tous formés dans l'entre-deux-guerres<sup>1</sup> – ce qui permet de relativiser aussi la rhétorique de la rupture fondamentale qu'aurait constitué la Seconde Guerre mondiale dans le fonctionnement de la discipline. La mobilisation du calcul du *k-core* des nœuds<sup>2</sup> met clairement en valeur cette domination<sup>3</sup> (figure 3) : elle permet de faire ressortir les zones du graphe à la densité de plus en plus grande<sup>4</sup> ; or ces zones

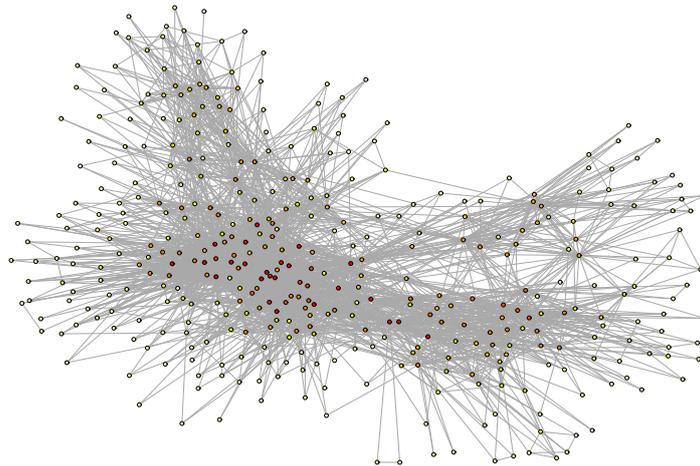
1. Sur ce contexte de formation, voir Dominique PESTRE, *Physique et physiciens en France, 1918-1940*, Paris, Éditions des Archives contemporaines, 1992 (2<sup>e</sup> édition).

2. Martin EVERETT et Stephen BORGATTI, « Peripheries of Cohesive Subsets », *Social Networks*, vol. 21, n°4, octobre 2000, p. 397-407.

3. Le *k-core* d'un graphe correspond à la portion de ce graphe composée de nœuds dont le degré minimal est supérieur ou égal à  $k$ , c'est-à-dire de nœuds ayant un nombre de liens supérieur ou égal à  $k$ . Au sein d'un *k-core*, chaque nœud est relié à au moins  $k$  autres nœuds de ce même *core*. Pour un très bon exemple de l'usage heuristique du calcul de *k-core*, voir Karim HAMMOU, « Des raps en français au "rap français". Une analyse structurale de l'émergence d'un monde social professionnel », *Histoire & mesure*, vol. 24, n°1, 2009, p. 73-108.

4. Nous avons ici simplifié le graphe, c'est-à-dire supprimé tous les liens redondants, afin de

**FIGURE 3** – Les *k-cores* du réseau des soutenances de thèses de doctorat (1944-1961)



Algorithme de visualisation : Fruchterman-Reingold.

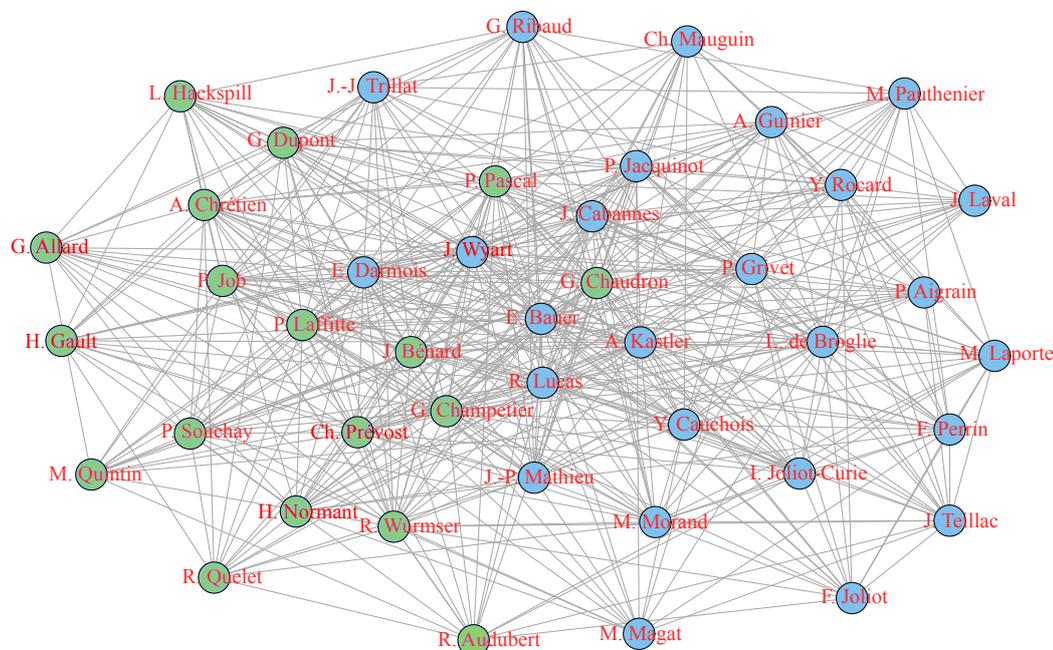
regroupent très largement des physiciens et des chimistes.

Les directeurs de thèse qui connaissent les interactions les plus denses constituent ainsi un large *k-core*, c'est-à-dire un groupe dont tous les membres sont connectés à au moins  $k$  autres nœuds ; or dans ce *k-core*, qui est un *15-core* de 44 professeurs, on peut compter 18 chimistes (en vert) et 26 physiciens (en bleu) (figure 4) – en les classant grossièrement à partir du titre de leur chaire. Ce noyau dense de grands patrons polyvalents se différencie en outre assez nettement du reste du réseau (figure 5) : le haut de la hiérarchie du « mandarinat », celle qui contrôle l'accès à la profession, constitue une fraction assez limitée du groupe global des professeurs d'université. À la lecture de ces grands noms, on voit l'intérêt de la méthode : la présence des prix Nobel Louis de Broglie et Irène Joliot-Curie dans ce *15-core* n'est pas une surprise, de même que celle d'Alfred Kastler, qui obtient ce prix en 1966, ou encore de Jean Cabannes, doyen de la faculté de 1946 à 1946 et de Francis Perrin, haut-commissaire du CEA de 1951 à 1970, d'autres noms s'avèrent beaucoup plus discrets dans la mémoire des acteurs comme dans l'historiographie, comme celui d'Edmond Bauer, Paul Pascal et Max Morand – or il semble bien que cette occultation frappe avant tout les enseignants les plus

---

limiter les biais dus à des longueurs de carrière différentes.

FIGURE 4 – La centralité des physiciens et des chimistes (1944-1961)



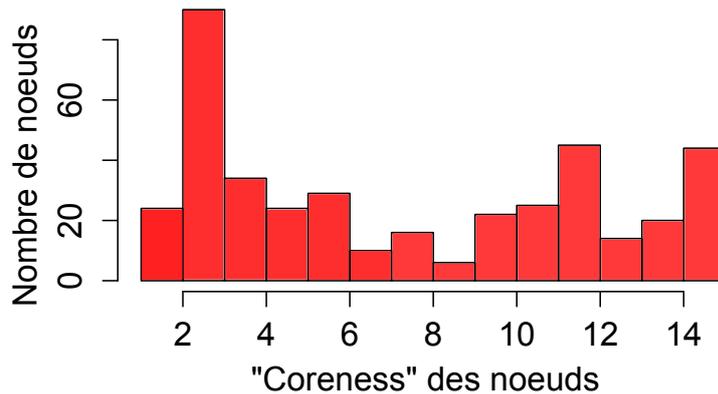
Algorithme de visualisation : Fruchterman-Reingold.

ancrés dans la faculté elle-même, comparativement moins engagés que leurs collègues dans le développement du CNRS et des autres établissements non universitaires de recherche.

### 3 Du champ au réseau, et retour

Cette position centrale d'un groupe de puissants physiciens et chimistes ne se traduit cependant pas par une domination sans partage, loin de là, comme le montre le recours à d'autres indicateurs de centralité. La centralité de degré (figure 6), qui se fonde uniquement sur le nombre de liens entretenu par chaque nœud, permet ainsi de souligner l'existence de régions du graphe où dominent d'autres patrons que ceux du noyau, couvrant un domaine plus restreint, le plus souvent selon une structure en binôme : l'omniprésence de Pierre-Paul Grassé dans les jurys de thèses de zoologie n'est ainsi limitée que par la présence de Marcel Prenant ; de même, Pierre Pruvost joue un rôle clef en géologie, avec Louis

FIGURE 5 – La répartition de la *coreness* parmi les membres de jury



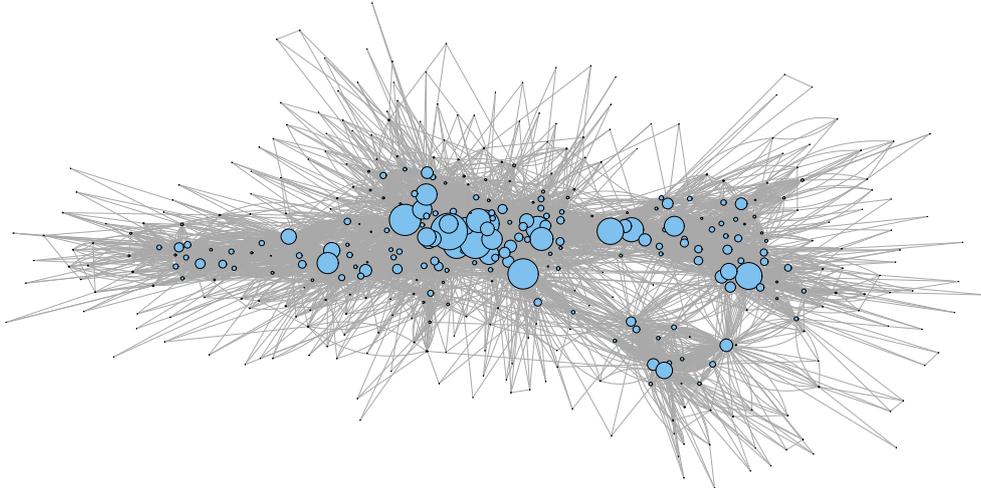
Barrabé ; à mi-chemin entre les mathématiques et les sciences physiques, Joseph Pérès, Georges Darmois et André Lichnérowicz tiennent un véritable rôle d'intermédiaires scientifiques ; les mathématiques<sup>1</sup> enfin se partagent selon un duopole conflictuel qui oppose Henri Cartan et ses alliés Gustave Choquet et Laurent Schwartz, proches de Bourbaki, à Paul Dubreil – les anciens maîtres Albert Châtelet et Georges Valiron, gardant quelques temps de leur superbe.

L'analyse de réseau nous ramène ainsi au « Soleil noir » des travaux sur l'enseignement supérieur : Pierre Bourdieu. Si le sociologue rejetait l'utilisation de la *social network analysis*, au profit de l'analyse des correspondances multiples – qui pour résumer cherche à discerner les ressemblances entre agents sur la base d'un faisceau de caractères – il n'en conceptualisait pas moins le monde académique comme un champ, c'est-à-dire comme un espace fondamentalement relationnel<sup>2</sup>, structuré par un système de relations objectives entre positions. Il nous semble ainsi que l'analyse approfondie des réseaux de relations formés par les jurys de

1. Le degré moyen des mathématiciens est largement inférieur à celui des professeurs des autres disciplines, car il y a proportionnellement beaucoup plus d'enseignants par doctorants dans ce domaine : si la grande majorité des étudiants en licence doivent recevoir un enseignement en mathématiques, ce qui implique un nombre assez important de chaires, l'accès à formation à la recherche reste soumis à une sélection comparativement bien plus drastique et malthusienne qu'en sciences physiques ou naturelles.

2. Pierre BOURDIEU, *Homo academicus*, Paris, Éditions de Minuit, 1984.

**FIGURE 6 –** La centralité de degré dans le réseau des soutenances de thèses de doctorat (1944-1961)



Algorithme de visualisation : Fruchterman-Reingold.

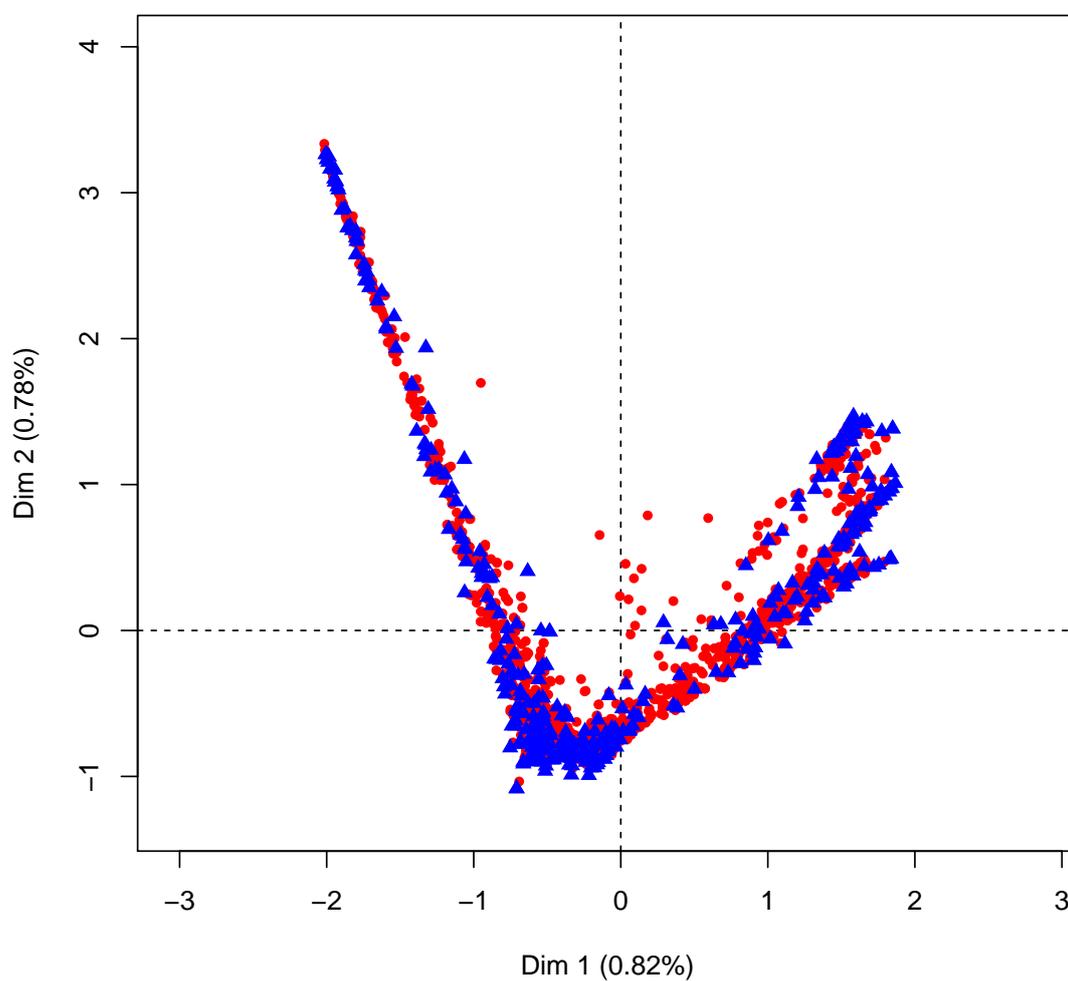
thèse trace des pistes permettant d’approfondir et de développer les analyses de Bourdieu, sans doute malgré Bourdieu<sup>1</sup>. De fait, l’analyse de réseaux permet de multiplier les éclairages sur ces rapports de force, donc de discerner d’autres effets de structure, en particulier les liens qui peuvent unir des acteurs aux caractéristiques sociales différentes : si l’on soumet la même base de donnée sur les jurys de thèse à une analyse factorielle, ici une AFC (figure 7), ces liens distants sont « écrasés » par la force du nombre des liens internes aux champs disciplinaires, ce qui a pour effet de par trop occulter la complexité des relations. Seuls se distinguent encore nettement au milieu de la parabole quelques rares thèses aux jury très composites, qui forment autant de cas particuliers : c’est le cas de la thèse de doctorat ès sciences physiques soutenue par Lucien Turc en 1953 devant un jury composé d’un mathématicien, un géologue et un météorologue<sup>2</sup>, ou encore de celle de doctorat ès sciences mathématiques de Pierre Lhermitte en 1958, devant un mathématicien, un physicien et deux géologues<sup>3</sup>.

1. Wouter DE NOOY, « Fields and Networks : Correspondence Analysis and Social Network Analysis in the Framework of Field Theory », *Poetics*, vol. 31, 2003, p. 305-327.

2. Lucien TURC, *Le bilan d’eau des sols : relations entre les précipitations, l’évaporation et l’écoulement*, Paris, Institut national de la recherche agronomique, 1955.

3. Pierre LHERMITTE, *Contribution à l’étude de la couche limite des houles progressives* :

**FIGURE 7** – Analyse factorielle des jurys de doctorat d’Etat de la faculté des sciences de Paris (1944-1961)



Les triangles bleus sont les membres de jury, les points rouges les impétrants.

Ces deux méthodes d'analyses ne sont cependant pas uniquement complémentaires par les points de vue différents qu'elles autorisent sur les mêmes sources : elles peuvent être utilisées de façon beaucoup plus liée, puisque l'analyse de réseaux produit des indicateurs de centralité quantifiés qui peuvent à leur tour être intégrés aux analyses de correspondances – en particulier la centralité d'intermédiarité, qui laisse entrevoir une réelle intégration de la dimension du capital social à celles-ci <sup>1</sup>, théorisée mais finalement peu utilisée par Bourdieu dans *Homo academicus*. Enfin, l'analyse de réseau est susceptible de donner une lecture de l'état d'un champ sur un intervalle de temps plus court que les analyses de correspondance : s'il s'agit sans doute d'un outil moins puissant pour retrouver des structures sociales, il permet d'éviter l'ahistoricité des analyses de correspondance. Confronter et combiner les deux approches permettrait ainsi d'affiner l'analyse, en permettant de distinguer ce qui relève des cycles longs et des cycles courts dans l'évolution des rapports de force scientifiques et universitaires.

## Conclusion

Ce texte n'a d'autre ambition que d'être une recherche préliminaire : les contraintes de temps nous ont amené à limiter notre présentation aux graphes regroupant l'ensemble des liens que comporte notre corpus, en écartant les sous-graphes possibles. Or ceux-ci sont nombreux : l'analyse s'enrichit singulièrement lorsque l'on introduit le facteur temps, par exemple en produisant un graphe par année universitaire, ou en étudiant l'évolution des différents indicateurs de centralité pour chaque nœud ; de même, la construction de graphes pour chaque discipline permet de faire varier les échelles d'analyse tout en autorisant la comparaison des densités et des formes de centralités entre domaines scientifiques. Ainsi, si le graphe de l'ensemble des doctorat ès sciences nous en apprend beaucoup sur les relations entre disciplines, des graphes plus restreints consacrés aux sciences mathématiques, physiques et naturelles permettent d'en savoir plus sur les rapports de force interne, tout aussi importants. L'utilisation d'autres algorithmes de détection de communauté que l'usage de *k-core* constitue aussi une autre voie d'approfondissement de l'analyse, de même que l'utilisation d'autres indicateurs de centralité, plus subtils que le degré.

Les résultats tirés de l'analyse de réseau demandent naturellement à être confrontés à d'autres méthodes, quantitatives comme qualitatives, et à d'autres sources, par exemple au contenu des rapports de thèse, ou à l'obtention ou non par les jeunes docteurs de l'inscription sur les listes d'aptitude constituées par le Comité

---

*application aux mouvements de matériaux sous l'action des houles*, Paris, Imprimerie nationale, 1958.

1. Olivier GODECHOT et Nicolas MARIOT, *op. cit.*

consultatif des universités<sup>1</sup>. Mais nous estimons cependant, dans le temps qui nous a été imparti, avoir montré que l'analyse structurale des réseaux offre bien un outil particulièrement performant pour étudier un univers aussi complexe que celui des sciences dites « dures », pour en décrire les traits saillants, en sonder la pérennité, sans pour autant devoir prétendre à la maîtrise de l'intégralité des savoirs qu'elles mobilisent et qu'elles produisent.

---

1. Emmanuelle PICARD, « Les enseignants-chercheurs : une évaluation centralisée. Du comité consultatif de l'enseignement supérieur au CNU (1873-1992) », *Spirales*, 2012, p. 69-82.