

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'ÉVOLUTION DE LA RECHERCHE SUR LE CANCER DE 1980 À 2000 : LES
RELATIONS ENTRE
LA RECHERCHE CLINIQUE ET LA RECHERCHE FONDAMENTALE

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN HISTOIRE

PAR
SIMON MERCIER

MARS 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENT

Ce mémoire a bénéficié de l'assistance de plusieurs personnes et organismes. Je tiens donc tout d'abord à remercier mon directeur, Peter Keating, ainsi que Alberto Cambrosio de l'Université McGill. Je me dois également de remercier Vincent Larivière, Sanaa Risk, Andrei Mogoutov, François Vallières et Grant Lewison pour leur contribution à ce travail de recherche.

Je remercie chaleureusement le Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie, le département *Social Studies of Medicine* de l'Université McGill, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ainsi que le Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture (FQRSC) pour leur support financier et matériel. L'Observatoire des sciences et des technologies mérite également mes remerciements les plus sincères.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	vi
RÉSUMÉ	vii
CHAPITRE I	
HISTORIOGRAPHIE ET PROBLÉMATIQUE.....	1
1.1 Historiographie de la recherche médicale et de la biomédecine	1
1.2 Caractéristiques de la médecine clinique et de la recherche fondamentale depuis 1945	4
1.3 Le choix de la sous-discipline « cancer » et son historiographie	6
1.4 Vers la scientométrie	9
1.5 La scientométrie	11
1.6 Problématique.....	15
CHAPITRE II	
DESCRIPTION ET PRÉPARATION DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES.....	17
2.1 Délimitation du « champ cancer »	17
2.2 Description des données	20
2.3 Préparation des données	24
2.4 Création de la sous base de données.....	28

CHAPITRE III

LA CARTOGRAPHIE RÉSEAU-LU APPLIQUÉE À

LA LITTÉRATURE DE LA RECHERCHE

SUR LE CANCER 1980-2000	29
3.1 Considérations méthodologiques	30
3.1.1 Rappel de nos intentions et de nos hypothèses	30
3.1.2 La nature et le comportement des périodiques scientifiques en général et de ceux sur le cancer en particulier	31
3.1.3 Le logiciel Réseau-lu	33
3.1.4 Positionnement des journaux	34
3.1.5 Évaluation comparative de l'importance des journaux.....	35
3.1.6 Journaux externes/internes.....	37
3.1.7 Années témoins choisies.....	38
3.1.8 Considérations générales sur l'ensemble des cartes	38
3.2 L'analyse des cartes d'intercitations	39
3.2.1 Analyse de la carte 1980	40
3.2.2 Analyse de la carte 1985	47
3.2.3 Analyse de la carte 1990	50
3.2.4 Analyse de la carte 1995	52
3.2.5 Analyse de la carte 2000	54

CHAPITRE IV

QUANTIFICATION DES RELATIONS ENTRE LES TYPES

DE RECHERCHES 60

4.1 La classification des périodiques par niveau de recherche 60

4.2 Méthodologie 63

4.3 Analyse de l'interaction entre les niveaux de recherche 68

4.3.1 Les citations du niveau de recherche clinique bleu 68

4.3.2 Les citations du niveau de recherche clinique vert 69

4.3.3 Les citations du niveau de recherche fondamental orange 71

4.3.4 Les citations du niveau de recherche fondamental rouge 72

CONCLUSION..... 75

APPENDICE A

Cartes d'intercitations en grand format A1

Bibliographie 85

LISTE DES FIGURES

Figure	Pages
1 Évolution du nombre d'articles de notre « champ cancer »	22
2 Évolution du nombre de références du « champ cancer »	23
3 Évolution de la moyenne de références par article	23
4 Comparaison de la moyenne de références par article, de deux sous-disciplines du « champ cancer »	24
5 Carte des inter citations entre les périodiques de 1980..	47
6 Carte des inter citations entre les périodiques de 1985..	50
7 Carte des inter citations entre les périodiques de 1990..	52
8 Carte des inter citations entre les périodiques de 1995..	54
9 Carte des inter citations entre les périodiques de 2000..	58
10 La catégorisation par niveau de recherche appliquée à la carte 2000.....	63
11 Nombre d'articles présents dans les différents niveaux de recherche	64
12 Six exemples de distribution des citations dans les différents ensembles	67
13 L'évolution des citations du niveau de recherche clinique bleu.....	69
14 L'évolution des citations du niveau de recherche clinique vert.....	71
15 L'évolution des citations du niveau de recherche fondamental orange.....	72
16 L'évolution des citations du niveau de recherche fondamental rouge.....	74

RÉSUMÉ

Dans ce mémoire, nous avons examiné les relations entre la recherche clinique et la recherche fondamentale dans le domaine de la recherche sur le cancer. Nous nous sommes interrogé sur les variations du niveau de collaboration entre les deux entités de 1980 à 2000. Pour répondre à ce type d'interrogation, nous avons opté pour une approche scientométrique et avons constitué une base de données représentative du champ de recherche.

Nous avons effectué une cartographie répartie sur plusieurs années représentant l'intercitation entre les différents périodiques spécialisés du domaine. Nous avons pu constater à partir de cette cartographie l'apparition, sur la carte de 2000, d'un pont de recherche translationnelle qui relie la recherche clinique et la recherche fondamentale. Pour examiner les modifications que ce nouveau pont a pu apporter à la dynamique générale du champ, nous avons calculé, à l'aide d'une classification par niveau de recherche, les pourcentages de citations entre les différents ensembles.

La conclusion principale de ce mémoire est qu'entre 1990 et 2000, l'apparition d'un pont reliant la recherche fondamentale et la recherche clinique a pour principale conséquence de faciliter la communication de la recherche fondamentale vers la recherche clinique. Toutefois, certains indices découverts au cours de nos investigations nous laissent croire que le pont contribue également au renforcement du transfert du savoir de la clinique vers le laboratoire.

Mots-clés (histoire - médecine - cancer - translationnelle- scientométrie)

CHAPITRE I

HISTORIOGRAPHIE ET PROBLÉMATIQUE

1.1 HISTORIOGRAPHIE DE LA RECHERCHE MÉDICALE ET DE LA BIOMÉDECINE

Le but de la recherche dans la médecine occidentale moderne (depuis le 17^e siècle) a été d'acquérir le plus de connaissances possible sur les pathologies afin de pouvoir adopter les meilleurs moyens d'action pour les contrer. Au fil des années, les *procédés* et approches pour y parvenir ont évolué au gré des découvertes majeures et des restructurations académiques, sociales ou économiques. Cependant, une division semble avoir persisté au sein de la recherche médicale, celle entre la recherche clinique, qui se pratique dans les hôpitaux et qui implique une interaction directe entre le chercheur et le patient, et celle dite fondamentale, qui s'effectue parallèlement dans des laboratoires et adopte les approches, techniques et concepts de disciplines scientifiques connexes¹.

Si nous devons attribuer un commencement à la recherche médicale de laboratoire, dite recherche fondamentale, il serait judicieux de se référer aux travaux de Claude Bernard (1813-1878), réalisés au 19^e siècle. Effectivement, Bernard a établi alors une philosophie de recherche selon laquelle la médecine doit se tourner vers les autres sciences connexes telles que la chimie, la physiologie et la biologie, et s'en inspirer davantage. De plus, la recherche médicale devrait, selon lui, se concentrer sur l'étude des causalités primaires des pathologies (dont plusieurs seront très bientôt décelables avec, entre autres, l'avènement de la bactériologie), plutôt que sur l'observation des patients et des symptômes. La clé de la compréhension des pathologies devient ainsi pour lui et ses

¹ Ackerknecht, Erwin Heinz. *A Short History of Medicine*, Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1982. ; et Faber, Knud Elge. *Nosography : The Evolution of Clinical Medicine in Modern Times*, New York : AMS Press, 1978 (1923).

partisans la recherche des causes primaires par l'intermédiaire de méthodes, de techniques et de concepts empruntés à d'autres disciplines scientifiques².

Les travaux d'O. Keel³ nous apprennent que la médecine clinique moderne a trouvé ses fondements, depuis 1750, dans des hôpitaux de différents pays d'Europe (en général, les plus anciennement industrialisés), mais s'est grandement développée dans les travaux de ce que les historiens appellent l'«École de Paris». Chronologiquement, cette dernière période correspond approximativement à la fin du 18^e siècle et au début du 19^e⁴. C'est en effet entre 1750 et 1820, avec, entre autres, la création des hôpitaux modernes, que les établissements médicaux sont devenus une sorte de laboratoire naturel où des observations empiriques sur les pathologies sont recueillies.

Plusieurs travaux historiques ont mis en évidence la divergence qui s'est instaurée entre la recherche médicale clinique traditionnelle et la recherche médicale scientifique, dès l'avènement de celle-ci. On peut même considérer qu'à certaines périodes, les relations entre ces deux types de recherches étaient fortement tendues. Loin de nous l'idée d'affirmer que ces relations n'avaient pas évolué entre 1850 et 1945, nous allons toutefois sauter quelques étapes et aborder un phénomène qui les a grandement transformés : l'avènement de la biomédecine⁵.

De nombreux travaux récents en histoire et en sociologie des sciences ont insisté sur les différences intrinsèques entre la médecine et la biomédecine⁶. En effet, la période

² Mirko D. Grmek (dir.). *Histoire de la pensée médicale en Occident*, tome 3: *Du romantisme à la science moderne*, Paris, Seuil, 1999.

³ Keel, Othmar. *L'avènement de la médecine clinique moderne en Europe, 1750-1815* : Politiques, institutions et savoirs. Montréal, Les presses de l'Université de Montréal, 2001.

⁴ À ce sujet, voir Bynum, William. *Science and the Practice of Medicine in the Nineteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994; et Ackerknecht, Erwin H. *Medicine at the Paris Hospital 1794-1848*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1967; et Rosser Matthews, J. *Quantification and the Quest for Medical Certainty*, Princeton, Princeton University Press, 1995.

⁵ Faber, Knud Elge. *Nosography* et Picard, Jean-François. « Naissance de la biomédecine, le point de vue d'un historien », *médecine/sciences*, 12, 1996, p. 97-102 ; et Sinding, Christiane. « Clinical Research and Basic Science : The Development of the Concept of End-Organ Resistance to a Hormone », *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 45, 1990, p. 198-232.

de la Deuxième Guerre mondiale, qui marque les débuts de cette discontinuité, voit l'essor de nombreuses sciences et technologies qui ne tardent pas à être intégrées au monde médical qu'elles influencent et où elles provoquent des restructurations importantes. Voyons plus en détail quelques particularités de la biomédecine.

Premièrement, la biomédecine est caractérisée par une alliance institutionnelle, matérielle et épistémologique entre la biologie et la recherche médicale. Par exemple, une grande partie de la microbiologie se trouve enseignée dans les facultés de médecine. L'alliance matérielle mentionnée dans les lignes précédentes se traduit par le partage des technologies et des techniques de la biologie et de la médecine. Comme le met en évidence H.-J. Rheinberger, il est devenu fréquent d'employer les mêmes outils pour étudier le normal et le pathologique, et de retrouver, derrière de nombreuses grandes découvertes en biologie moléculaire, des chercheurs médicaux, particulièrement ceux du domaine du cancer⁷. Nous y reviendrons.

Une autre caractéristique de la biomédecine est la diminution de l'influence des disciplines scientifiques traditionnellement associées à la médecine, et l'incorporation des connaissances et des techniques de certaines autres. En effet, la recherche médicale des années 45 jusqu'aux années 70, grandement influencée par la bactériologie, la physiologie et la biochimie, voit progressivement son intérêt se tourner vers l'immunologie, la virologie, et la génétique⁸. La plupart de ces nouvelles disciplines « sœurs » de la médecine pourraient être considérées comme faisant partie d'un grand tout nommé biologie moléculaire, discipline qui, d'après les travaux de M. Morange, serait née entre 1940 et 1960 d'une fusion de deux branches auparavant distinctes de la biologie : la

⁶ Keating, Peter et Alberto Cambrosio. « The New Genetics and Cancer. The Contributions of Clinical Medicine in the Era of Biomedicine », *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 56, 2001, p. 321-352; Gaudillière, Jean-Paul. « Le cancer entre infection et hérédité : gènes, virus et souris au National Cancer Institute », dans *Revue d'histoire des sciences*, 47 (1), 1994, p. 58-87, et *Inventer la biomédecine : la France, l'Amérique et la production des savoirs du vivant, 1945-1965*, Paris, La Découverte, 2002 ; ainsi que Sinding, Christiane. « Clinical Research and Basic Science ».

⁷ Rheinberger, Hans-Jörg. *Toward a History of Epistemic Things : Synthesizing Proteins in the Test Tube*, Stanford, Stanford University Press, 1997.

⁸ Tubiana, Maurice. *Le cancer*, Paris, Presses Universitaires de France, 2003.

biochimie et la génétique⁹. Mais pour plus de précision, et parce que les nouvelles disciplines n'influenceront grandement la médecine qu'à compter du milieu de la deuxième moitié du 20^e siècle, nous conserverons à chacune son appellation précise.

La date de l'avènement de la biomédecine est motif à controverse. Certains la situent dans des années trente¹⁰, et d'autres considèrent les premières tentatives de rapprochement entre la biologie et la médecine de 1945-1950 comme des échecs, et la situent plutôt aux débuts des années 1960¹¹. Il serait donc acceptable de considérer la période 1930-1960 comme en étant une de transition, où les différents secteurs de la médecine acquièrent, chacun à leur rythme, les innovations caractéristiques à cette nouvelle médecine. Cependant, les travaux d'A. Cambrosio, de P. Keating et de J.-P. Gaudillière nous ont convaincus que les changements et restructurations de l'après-guerre sont suffisamment importants pour être considérés comme les véritables débuts de la biomédecine moderne¹².

1.2 CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉDECINE CLINIQUE ET DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE DEPUIS 1945

J. P. Swazey et R. C. Fox ont analysé la recherche clinique de la période 1945 à 1960. Cette période, qu'elles nomment l'âge d'or de la recherche clinique orientée vers les patients, est caractérisée par un important accroissement des subventions, du financement et de l'enthousiasme pour ce type de recherche. La grande majorité des travaux cliniques effectués durant cette période sont influencés par la physiologie et les autres sciences qui sont traditionnellement associées à la médecine. Selon ces deux auteurs, l'interaction

⁹ Morange, Michel. *Histoire de la biologie moléculaire*, Paris, La Découverte, 2003 (1994). 2^e édition.

¹⁰ Rasmussen, Nicolas. « Steroids in Arms: Science, Government, Industry, and the Hormones of the Adrenal Cortex in the United States, 1930-1950 », *Medical History*, 46 (3), 2002, p. 299-324.

¹¹ Par exemple, Picard utilise des éléments historiques de 1930 à 1960 pour décrire la naissance de la biomédecine. Picard, Jean-François. « Naissance de la biomédecine ».

¹² Keating, Peter et Alberto Cambrosio. *Biomedical Platforms: Realigning the Normal and the Pathological in Late-Twentieth-Century Medicine*, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology Press, 2003 ; Gaudillière, Jean-Paul. « Le cancer entre infection et hérédité ».

entre la recherche clinique et la recherche fondamentale durant cette période n'avait jamais été aussi bonne¹³.

Au cours des années 60, la recherche clinique commence à décliner et au milieu de la décennie suivante, les chercheurs cliniciens se sentent grandement négligés, l'intérêt des institutions subventionnaires s'étant orienté vers la recherche fondamentale en virologie, en immunologie et en génétique. Les partisans de la recherche clinique expriment alors plusieurs inquiétudes concernant ce type de recherches pratiquées à l'extérieur des hôpitaux par des scientifiques sans formation médicale. La division entre la recherche clinique et la recherche fondamentale semble alors grande et le mécontentement des chercheurs praticiens paraît perdurer, toujours selon Swazey et sa collègue, jusqu'aux débuts des années 90¹⁴.

Quant à la recherche fondamentale, plusieurs études nous font voir la transition que cette branche a subie. À l'aide d'exemples de recherches sur le cancer, les études de Tubiana¹⁵, de Fitzgerald¹⁶ et de A. J. Houle¹⁷ nous apprennent que ce type de travail n'a pas été dès 1945 dominé par les influences et techniques de la génétique ou de l'immunologie. L'approche plus classique dans ce domaine, traditionnellement associée à la biochimie et la chimie, a dominé jusqu'à la fin des années 70. Cependant, les années 80 voient les influences de l'immunologie, de la génétique et de la biologie supplanter celles des autres disciplines dites plus classiques.

¹³ Swazey, Judith P. et Renée C. Fox. « Remembering the Golden Age of Patient-Oriented Clinical Research », *Perspectives in Biology and Medicine*, 47, 2004, p. 487-504.

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ Tubiana, Maurice. *Le cancer*.

¹⁶ Fitzgerald, Patrick J. *From Demons and Evil Spirits to Cancer Genes: The Development of Concepts Concerning the Causes of Cancer and Carcinogenesis*, Washington, American Registry of Pathology, Armed Forces Institute of Pathology, 2000.

¹⁷ Houle, Anne-Julie. *La transformation de la recherche biomédicale : le cas de l'Institut du cancer de Montréal*, mémoire de M.A. (sociologie), Université du Québec à Montréal, 2004.

1.3 LE CHOIX DE LA SOUS-DISCIPLINE « CANCER » ET SON HISTORIOGRAPHIE

Dans ce mémoire, axé principalement sur l'examen des relations entre la recherche clinique et la recherche fondamentale, nous avons choisi de cerner un domaine particulier de la recherche médicale plutôt que de traiter la médecine dans son ensemble. La raison de ce choix est que, dès le début de l'alliance entre la médecine et la biologie, à la fin de la Deuxième Guerre mondiale, la recherche sur le cancer s'est retrouvée à l'avant garde de cette coopération. Que ce soit au niveau de l'incorporation, du développement ou de la normalisation des technologies, la contribution des chercheurs de cette période sur le cancer est palpable.¹⁸

De plus, la recherche sur le cancer a subi de nombreuses réformes institutionnelles et académiques visant l'amélioration des relations entre la recherche clinique et la recherche fondamentale. Le type de recherche qui résulte de ces réformes est fréquemment nommé recherche translationnelle, et a été l'objet de plusieurs études faites par des historiens, des sociologues et des scientifiques du monde biomédical¹⁹. M. Parascandola affirme que le terme *recherche translationnelle* ne possède pas de définition précise. Officiellement, il désignerait toute recherche qui a pour objectif d'amener des découvertes du laboratoire aux patients dans les hôpitaux, mais cette définition inclurait la quasi-totalité de la recherche biomédicale²⁰. Nous reviendrons donc sur la nature de ce type de recherche dans le chapitre III.

¹⁸ Gaudillière, Jean-Paul. *Inventer la biomédecine : la France, l'Amérique et la production des savoirs du vivant, 1945-1965*, Paris, La Découverte, 2002.

¹⁹ Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies », *Research Practitioner*, 4 (3), 2003, p. 94-102; Pollak, M. « Peptide Growth Factors and Breast Cancer Treatment: Recent Translational Research », *Recent Results Cancer Research*, 140, 1996, p. 43-49; Coleman, Norman C. et collab. « Current Scientific Issues Related to Clinical Radiation Oncology », *Radiation Research*, 150, 1998 p. 134-147; Chabner, B.A et collab. « Translational Research: Walking the Bridge between Idea and Cure-Seventeenth Bruce F. Cain Memorial Award Lecture », *Cancer Research*, 58, 1998, p. 4211- 4216; Cambrosio, Alberto et collab. « Mapping the Emergence and Development of Translational Cancer Research », à paraître dans *European Journal of Cancer*; et Löwy, Ilana. *Between Bench and Bedside : Science, Healing, and Interleukin-2 in a Cancer Ward*, Cambridge, Harvard University Press, 1996.

²⁰ Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies ».

L'historiographie de la recherche récente sur le cancer a été marquée par un événement capital : la découverte des oncogènes. Avant cette découverte, le champ « cancer » était caractérisé par une très grande pluralité d'approches, les différentes théories avancées pour expliquer la cancérogenèse²¹ étant alors difficilement conciliables. De nos jours, ce n'est plus le cas, la théorie des oncogènes²² étant acceptée par la vaste majorité des chercheurs²³.

J. H. Fujimura a étudié en détail l'avènement de la théorie des oncogènes. Dans son livre, la recherche sur le cancer est présentée comme un regroupement de théories et de technologies où le développement des premières est subordonné à la présence des secondes. L'arrivée de la théorie en question serait pour l'auteur le résultat de la mise en conjonction de technologies de biologie moléculaire, d'immunologie et d'idées nouvelles dans le domaine de la recherche sur le cancer (le concept d'oncogène)²⁴.

L'avènement de cette théorie (fin des années 70 et début des années 80) a pour résultat de concilier presque toutes les recherches sur le cancer. Les travaux sur le sujet²⁵ mettent également en évidence la puissance et la rapidité de diffusion des idées véhiculées par la théorie et son extraordinaire pouvoir de persuasion²⁶. Dorénavant, aucun obstacle majeur n'entrave les relations entre les différents sous-secteurs de recherches de ce champ.

²¹ Les modèles viral, génétique, environnemental ou chimique.

²² La théorie des oncogènes est fréquemment appelée paradigme des oncogènes. Toutefois, nous préférons la nommer théorie des oncogènes dans ce mémoire.

²³ Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer : Is the New Oncogene Paradigm Revolutionary? », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 21 (3), 1999, p. 293-330; Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems in Classical Genetic and Virological Cancer Research, 1920-1978 », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 18, 1996, p. 3-54; et Fitzgerald, Patrick J. *From Demons and Evil Spirits to Cancer Genes*.

²⁴ Fujimura, Joan H. *Crafting Science: A Sociohistory of the Quest for the Genetics of Cancer*, Cambridge, Harvard University Press, 1996.

²⁵ Angier, Natalie. *Les gènes du cancer*, Paris, Plon, 1989; Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell : How Cancer Begins*, New York, Basic Books, 1998; Morange, Michel. « The Discovery of Cellular Oncogenes », *History and Philosophy of Life and Science*, 15, 1993, p. 45-58; et Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer ».

²⁶ Un débat existe entre M. Morange et T. van Helvoort sur la nature de la discontinuité. S'agit-il d'un nouveau paradigme (Morange) ou de l'union de tous les anciens (van Helvoort) ?

Depuis les travaux historiques sur l'avènement de la théorie des oncogènes, la littérature consacrée à la recherche sur le cancer, production à laquelle les historiens professionnels ont très peu contribué vu la proximité temporelle de ce sujet d'études, peut être répartie en trois catégories : la première catégorie comporte le jet initial de travaux de type « historique », souvent de surprenante qualité, écrits par des journalistes scientifiques. Un exemples de ces travaux serait le livre de K. Davis et M. White²⁷, qui dresse un fidèle portrait de la recherche sur le cancer du sein et des percées qui ont eu lieu dans ce domaine au milieu des années 90. Un autre exemple, de recherche plus fondamentale cette fois-ci, serait le livre de S. S. Hall²⁸ dans lequel l'auteur étudie des traitements immunothérapeutiques expérimentaux découverts dans les années 90, qui n'ont pu se traduire en traitements thérapeutiques habituels. Les travaux de type sociologique, qui constituent notre deuxième catégorie, examinent eux aussi la recherche sur le cancer de cette période. Les travaux de P. Bourret²⁹ sur la recherche fondamentale ou sur les réseaux de chercheurs-collaborateurs cliniques en sont un bon exemple. Également, les travaux «historico-sociologiques»³⁰ de P. Keating et d'A. Cambrosio³¹ traitant de l'impact de l'immunologie sur la recherche clinique pourraient entrer dans cette catégorie.

La troisième catégorie comporte les récits des chercheurs eux-mêmes, non pas leurs publications scientifiques, mais les rétrospectives (ou les récapitulations) qu'ils font parfois sur leurs travaux ou sur leur secteur de recherche. Ces écrits, malgré leur qualité, portent majoritairement sur des sujets extrêmement circonscrits. Toutefois, ils nous permettent de mieux comprendre les dynamiques et les méthodes de travail au sein du

²⁷ Davies, Kevin et Michael White. *Breakthrough: The Race to Find the Breast Cancer Gene*, New York, J. Wiley, 1996.

²⁸ Hall, Stephen S. *A Commotion in the Blood : Life, Death, and the Immune System*, New York, Henry Holt, 1997.

²⁹ Bourret, Pascale et collab. « Oncogenetics: a New Activity at the Frontier of Research and Medicine », *Bulletin du cancer*, 85(3), 1998, p. 239-242; « A New Clinical Collective for French Cancer Genetics: A Heterogeneous Mapping Analysis », à paraître; Bourret, Pascale. «BRCA Patients and Clinical Collectives: New Configurations of Action in Cancer Genetics Practices », *Social Studies of Science*, 35 (1), 2005, p. 41-68.

³⁰ L'un est historien, l'autre sociologue.

³¹ Keating, Peter et Alberto Cambrosio, *Biomedical Platforms* et « The New Genetics and Cancer ».

monde scientifique. Par exemple, l'article de S. Wong et d'O. N. Witte³² nous fait connaître les mécanismes de transfert d'un traitement, de la recherche fondamentale à la recherche clinique, et, dans le cas choisi pour l'article, d'un retour à la recherche fondamentale. Cependant, à notre connaissance, aucune partie de cette littérature de 1983 à 2003 ne traite la recherche sur le cancer comme un grand ensemble : elles constituent toutes des recherches sur des sujets circonscrits. Notre mémoire s'insérera donc dans cette littérature en permettant de créer de liens entre les différents travaux consacrés au sujet.

1.4 VERS LA SCIENTOMÉTRIE

Avant la Deuxième Guerre mondiale, l'histoire traditionnelle des sciences n'était, en général, attentive qu'aux actions des individus. Au cours des années 60, l'histoire et la sociologie des sciences vivent une « révolution » dans la nature des sujets d'analyses et des approches méthodologiques employées, car les études sur les différents collectifs scientifiques sont de plus en plus fréquentes. L'ouvrage classique de T. S. Kuhn³³ en est un exemple. En effet, dans ce livre, l'auteur non seulement étudie les modes de pensée des collectifs scientifiques et leurs réactions aux modifications des théories dominantes, mais aussi traite la production scientifique comme un grand ensemble, à travers la notion de paradigme, vision peu fréquente dans les années précédentes. Bien entendu, certains précurseurs avaient déjà adopté des approches non traditionnelles par le passé. Pour n'en nommer qu'un, pensons à L. Fleck³⁴, qui a étudié l'interaction entre les membres disséminés de groupes informels restreints travaillant sur des sujets complémentaires, et l'influence de leurs travaux, approches, raisonnements et réflexes scientifiques respectifs sur ceux des autres membres du groupe.

Les travaux de W. O. Hagstrom sont également révélateurs des bouleversements qu'ont subis l'histoire et la sociologie des sciences des années 60. Dans son ouvrage de

³² Wong, Stephane et Owen N. Witte. The « The BCR-ABL Story: Bench to Bedside and Back ... », dans *Annual Review of Immunology*, 22, 2004, p. 247-306.

³³ Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1962.

³⁴ Fleck, Ludwik. *Genesis and Development of a Scientific Fact*, Chicago, University of Chicago Press, 1979 (1935).

1965 notamment, l'auteur étudie les diverses dynamiques qui régissent l'ensemble de la communauté scientifique et fait ressortir un aspect qui sera primordial dans notre mémoire : le rôle capital des références et des citations dans le fonctionnement de la science. Selon W. O. Hagstrom, la publication des travaux, qu'ils soient individuels ou collectifs, constitue un don à la communauté scientifique, don réciproque, car d'une part, les pairs peuvent tirer parti de l'information diffusée, à condition d'en indiquer la source dans leurs travaux ; et d'autre part, l'auteur, lorsqu'il est cité dans les publications de ses pairs, bénéficie d'une reconnaissance qui valorise son œuvre et la légitime. D'après l'auteur, c'est cette dynamique d'échange, de dons et de contre-dons, qui intensifie l'activité scientifique³⁵.

Notons que dans une historiographie sur l'étude des collectifs scientifiques, il est absolument nécessaire de souligner la contribution de D. De Solla Price³⁶, dont les travaux principaux (ceux sur la croissance de la science et de ses disciplines) seront présentés ultérieurement³⁷. Pour étudier la science dans son ensemble, il a utilisé les statistiques et les données quantitatives, ce qui lui a valu l'honneur d'être considéré par certains³⁸ comme le père d'une nouvelle approche d'étude sociale de la science à laquelle nous reviendrons incessamment : la scientométrie.

Par ailleurs, au cours des années 70, la sociologue D. Crane³⁹ soutient dans ses travaux la théorie selon laquelle les relations interpersonnelles jouent invariablement un rôle important dans le monde scientifique contemporain. La notion de *collèges invisibles*⁴⁰ qu'elle y présente peut se définir comme un réseau restreint et informel de scientifiques, fondé sur des relations interpersonnelles (interaction par courriels, conférences ou rencontres occasionnelles) autour d'un front de recherche commun, et dont la taille

³⁵ Hagstrom, Warren O. *The Scientific Community*, New York, Basic Books, 1965.

³⁶ Price, Derek J. de Solla. *Little Science, Big Science*, New York, Columbia University Press, 1963.

³⁷ Voir chapitre II.

³⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Derek_J._de_Solla_Price

³⁹ Crane, Diana. *Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*, Chicago, University of Chicago Press, 1972.

⁴⁰ Le terme de «collèges invisibles» a été brièvement mentionné par De Solla Price : D. Crane développe plus en profondeur ce concept.

maximale se réduit au nombre de relations gérables par une personne. Les membres d'une telle entité ne sont aucunement liés entre eux par des intérêts mercantilistes et leur statut de membre de ce groupe leur assure un circuit d'échanges efficace qui influence le développement de leurs idées et de leurs réflexes scientifiques. Ces réseaux, quoique difficilement identifiables et analysables, font partie intégrante de la structure du monde scientifique. Autre aspect non négligeable des travaux de D. Crane : pour pouvoir identifier, cerner et analyser ces collègues invisibles, tout comme D. De Solla Price, elle a abondamment utilisé des données statistiques bibliographiques. En fait, si D. De Solla Price est considéré comme le père de la scientométrie, D. Crane pourrait bien être perçue comme en étant la mère.

Il serait long et peu pertinent d'énumérer les autres types de collectifs scientifiques étudiés par les historiens, les sociologues et philosophes, car ils se sont multipliés à un rythme impressionnant⁴¹ depuis la parution des classiques mentionnés précédemment. Nous allons donc nous concentrer sur l'approche qui sera adoptée dans ce mémoire : la scientometrie.

1.5 LA SCIENTOMÉTRIE

À la fin des années 1980, un ouvrage collectif proposait cette formulation pour définir la scientométrie :

Les études quantitatives de la science et de la technologie représentent le champ de recherche où l'on utilise les techniques et les méthodes de mathématiques, statistiques et de l'analyse de données en vue de regrouper, manipuler, interpréter et prévoir une variété de caractéristiques telles que la performance, le développement et les dynamiques de la science et de la technologie⁴².

Cette branche de la bibliométrie qui se spécialise dans l'examen de l'état de la science peut se diviser en plusieurs sous-champs, dont un des principaux est l'étude des

⁴¹ Pour une analyse de ces différents collectifs, voir, entre autres, Knorr Cetina, Karin. *Epistemic Cultures : How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, Harvard University Press, 1999, 352 p.

⁴² A. F. J. van Raan (éd.). *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1988, p. 1 (notre traduction).

citations⁴³. Les bases de données que nous utilisons pour effectuer ce type d'étude sont construites par accumulation des informations bibliographiques de publications scientifiques (auteurs, titres, années de publication, institutions, etc.) et de toutes les références contenues dans celles-ci. La théorie générale qui sous-tend ce type d'analyse est fort simple et depuis longtemps formulée⁴⁴ : les références que l'on retrouve dans la quasi-totalité des articles et monographies scientifiques constituent des liens vers d'autres travaux connexes. Ces liens, qui expriment l'apport ou l'utilité des travaux des uns aux recherches des autres, peuvent être révélateurs de plusieurs caractéristiques : les relations entre les chercheurs, les liens entre les institutions ainsi que la proximité des sujets de recherches, élément de grande importance dans ce mémoire. Par la suite, il est possible, avec des procédures appropriées que nous présenterons ultérieurement, d'associer les modifications dans la structure de ces liens à des phénomènes historiques.

Encore une fois, ceci n'est que la théorie très générale de la dynamique sur laquelle repose le principe analytique, et elle ne semble pas faire l'unanimité au sein de la communauté de spécialistes. Nous avons mentionné précédemment que les citations mettent en évidence « l'apport ou l'utilité des travaux des uns aux recherches des autres », mais cette partie de la théorie est contestable : les résultats obtenus à l'aide de ces index fournissent-ils une mesure de la pertinence, de la qualité ou de l'impact d'un travail ou d'un ensemble de travaux ou bien seulement de sa visibilité ? Tel ou tel type de manipulation met-il plus en évidence l'une ou l'autre de ces spécificités ? L. Leydesdorf⁴⁵, qui a étudié ce phénomène, nous fait remarquer que la définition précise de la fonction des citations varie non seulement selon les écoles de pensées, mais également selon les grandes disciplines « consommatrices » d'analyses de citations (histoire, sociologie, philosophie, etc.). Toutefois, en soulevant ces questions, nous n'avons pas l'intention d'y répondre, mais simplement de rappeler que la théorie centrale sur laquelle repose ce type d'analyse est sujette à différentes interprétations.

⁴³ En scientométrie, le terme *citation* ne désigne pas la reproduction d'un passage d'un texte d'autrui dans un exposé ou dans un article, mais plutôt toute référence à une autre œuvre ou publication qui y figure.

⁴⁴ Garfield, Eugene. *Citation Indexing : Its Theory and Application in Science, Technology, and Humanities*, New York, John Wiley and Sons, 1979.

⁴⁵ Leydesdorff, Loet. « Theories of Citation? », *Scientometrics*, 43 (1), 1998, p.5-25.

Soulignons que les premières scientomètres ont dû défendre la validité de leur approche, car les critiques étaient nombreuses⁴⁶. P. Lazarsfeld, par exemple, a fait valoir, dans un article de 1965, un des arguments principaux en faveur de l'utilisation de la scientométrie : plus grand est le nombre d'indicateurs représentatifs d'un ensemble, meilleur il est : le volume atténuant les possibilités d'erreurs. Il a fait également ressortir implicitement que, dans les sciences sociales, le processus par lequel nous définissons les unités d'analyses comme représentatifs d'un ensemble est le même, peu importe la nature de ces unités et «l'impureté» inévitable des classifications obtenues.

Que ce soit des opinions émises dans des journaux de 1789, considérées comme représentatives des causes de la Révolution française, ou des références scientifiques jugées comme étant indicatrices de l'évolution d'une discipline scientifique, les deux ne représentent jamais parfaitement l'objet qu'on leur associe. Il appartient à l'analyste d'établir les ensembles les plus représentatifs de son objet d'étude. Dans le cas des index de citations, les ensembles peuvent être de différentes natures. Les regroupements par secteur de recherche, ensemble de collègues ou ensemble institutionnel sont fréquemment utilisés par les scientomètres, et la façon dont ils sont définis varie énormément. La validité du choix de l'ensemble représentatif est jugée par les autres membres de la communauté de spécialistes⁴⁷.

Une des méthodes développées durant les années 70⁴⁸ et encore fréquemment employée aujourd'hui pour structurer les ensembles établis à l'aide de citations se nomme l'analyse des co-citations. Ce type d'analyse est utilisé pour répartir, par proximité de sujets d'étude, les unités d'analyse d'un ensemble, et cela en cartographiant l'intensité des relations entre les unités. Le principe peut s'expliquer ainsi : si les publications A et B sont citées par la publication C, elles peuvent être considérées comme reliées, même si A et B

⁴⁶ L'article de Diana Hicks est un exemple d'attaque contre les thèses scientométriques. Hicks, Diana. « Limitations of Co-Citation Analysis as a Tool for Science Policy », *Social Studies of Science*, 17, 1987, p. 295-316.

⁴⁷ Lazarsfeld, Paul. « Des concepts aux indices empiriques », *Le vocabulaire des sciences sociales*, Paris, Mouton, 1965.

⁴⁸ Small, Henry G. « A Co-Citation Model of a Scientific Specialty : A Longitudinal Study of Collagen Research », *Social Studies of Science*, 7, 1977, p.139-166.

ne se citent pas l'une l'autre directement. Plus A et B sont citées ensemble par des tiers, plus la relation établie entre elles sera grande; et plus leur relation est grande, plus les points les représentant sont rapprochés sur la carte affichant les résultats, où les publications les plus fortement reliées se regroupent en un amoncellement bidimensionnel nommé grappe⁴⁹. De nos jours, ce sont des logiciels spécialisés qui effectuent la cartographie et les calculs nécessaires. Nous en utiliserons un en particulier, que nous présenterons ultérieurement.

Il existe bien d'autres façons de cartographier les structures internes d'ensembles scientométriques⁵⁰. Pour produire les cartes de ce mémoire, nous en utiliserons une en particulier : l'analyse des inter citations. Le principe sur lequel repose cette technique est celui brièvement expliqué précédemment et qui est à la base de l'analyse des citations (lorsqu'une unité d'analyse en cite une autre, un lien est établi entre elles). Dans un grand ensemble, le nombre de liens en direction d'une unité est un indicateur de l'importance de celle-ci par rapport aux autres. Également, plus deux unités s'entre-citent, plus elles sont rapprochées sur la carte, ce qui les regroupe par proximité de sujets d'étude. Généralement, pour éviter de surcharger les cartes, seulement les liens les plus significatifs et les unités les plus cités y sont représentés. Comme mentionné, ce principe peut établir des liens aussi bien entre différents types d'unités, telles que les auteurs ou les articles, qu'entre les périodiques comme nous l'effectuerons dans ce mémoire. L'idée d'appliquer cette procédure à des périodiques a été émise, vers le début des années 90, par K. W. McCain⁵¹ et est utilisée pour visualiser l'importance relative des périodiques d'une discipline par rapport aux autres, tout en les regroupant par grappes. La combinaison de ces deux caractéristiques permet de cartographier de façon relativement complète la structure interne d'une discipline.

⁴⁹ Le mot *cluster* est utilisé dans sa version anglophone pour traduire exactement ce phénomène.

⁵⁰ Pour un résumé plus complet des différentes méthodes de cartographies scientométriques, voir Chen, Chaomei. *Mapping Scientific Frontiers*, London, Springer-Verlag, 2003, 240 p.

⁵¹ McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps : New Bibliometric Tools for Serials Research and Management », *Library Quarterly*, 61 (3), 1991, p. 311-336.

1.6 PROBLÉMATIQUE

Ce mémoire portera particulièrement sur les relations entre la recherche fondamentale et la recherche clinique de 1980 à 2000 ou 2003. La littérature secondaire sur l'avènement de la biomédecine, dont nous venons de faire mention, nous indique que l'interaction entre les deux types de recherches a augmenté durant cette période. À l'aide surtout d'analyses scientométriques, nous tenterons de confirmer cette hypothèse en visualisant et en quantifiant ce phénomène dans un domaine distinct de la médecine, celui de la recherche sur le cancer. Nous nous interrogerons, s'il y a lieu, sur les impacts qu'auront, sur ce secteur de recherches, les autres phénomènes évolutifs qui marquent la médecine moderne et la recherche sur le cancer, principalement ceux identifiés dans ce chapitre. Comme mentionné précédemment, notre mémoire, qui examinera la dynamique de l'ensemble du champ, contrastera énormément avec les autres travaux sur la recherche sur le cancer de l'après guerre, car ces derniers ne traitent que de cas précis à l'intérieur du champ.

Notre mémoire comportera trois chapitres de développement. Nous consacrerons le premier à la présentation des caractéristiques de base et des manipulations de nos données sur la recherche sur le cancer. Dans le chapitre suivant, qui portera sur la cartographie de la structure interne du champ « cancer », nous effectuerons une analyse d'intercitations entre les différents périodiques spécialisés. Les cartes ainsi obtenues nous permettront de visualiser les grappes représentant les différents sous-secteurs de notre sujet d'étude, notamment ceux de la recherche clinique et de la recherche fondamentale. Ainsi, nous serons en mesure d'analyser l'évolution de leur comportement respectif puis de visualiser l'évolution des périodiques principaux de ce champ de recherche.

Nous consacrerons le troisième chapitre à une nouvelle méthode que nous avons développée pour quantifier l'interaction entre les divers sous-secteurs de recherches du champ « cancer ». À l'aide d'une classification des différents périodiques par niveaux de recherche, nous tenterons de mesurer en pourcentage l'augmentation du nombre de citations allant d'un niveau de recherche à un autre.

Autrement dit, nous essaierons d'étudier l'évolution de la fréquence des citations entre les périodiques à niveau de recherche bas (associés à la recherche clinique) et les périodiques à niveau de recherche élevée (associés à la recherche fondamentale). À l'aide de cette analyse, nous prévoyons observer et quantifier une augmentation dans l'utilisation des travaux de recherche fondamentale pour la recherche clinique, ou bien relever des caractéristiques qui mettent indirectement en évidence ce phénomène.

Chapitre II

DESCRIPTION ET PRÉPARATION DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Dans ce chapitre, nous tenterons de décrire les considérations méthodologiques qui ont mené aux choix des données (ce qu'il fallait inclure ou exclure) et à leur préparation (ce qui devait être modifié) dans le but de les rendre représentatives de notre sujet d'étude. Nous examinerons également quelques caractéristiques de base de l'ensemble de nos données.

2.1 DÉLIMITATION DU CHAMP « CANCER »

Dans ce mémoire, nos données proviendront quasi exclusivement de Thomson ISI¹. Dans les années soixante, cette compagnie privée s'est mise à regrouper et à indexer les catalogues bibliographiques de plusieurs disciplines scientifiques différentes pour ensuite former plusieurs immenses BDD (base de données). Celle que nous allons utiliser dans ce mémoire se nomme *The Science Citation Index* et est le produit le plus populaire mis en vente par cette compagnie. Nous avons eu accès à une version modifiée² de cette BDD par l'intermédiaire de l'Observatoire des sciences et des technologies (OST), un organisme spécialisé en scientométrie, partenaire de l'Université du Québec à Montréal et du Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST).

¹ *Institute for Scientific Information*

² Le *Science Citation Index* se vend en CD-ROM représentant une année. Les membres de l'OST ont regroupé les années de 1980 à 2003 dans une seule BDD et ont restructuré cette dernière pour en faciliter la manipulation.

La BDD de l'OST, construite avec les données du *Science Citation Index*, contient les notices bibliographiques des articles d'environ 3 600 périodiques scientifiques³ de 1980 à 2003 (auteur(s) de chaque article, titre de l'article, titre, année et numéro du périodique, etc.). De plus, ce qui fait la particularité de cette BDD (tout comme celle du ISI) est qu'elle contient les notices bibliographiques des références de chaque article en format abrégé. Donc, pour chaque article, nous disposons des coordonnées bibliographiques complètes ainsi que des notices bibliographiques abrégées de l'ensemble des citations qui y figurent⁴.

Pour constituer une sous-base de données représentative de la recherche sur le cancer à partir des données de l'OST, nous avons tout d'abord utilisé les catégories disciplinaires des périodiques déjà existantes dans les données. Chaque périodique scientifique y est en effet associé à une grande catégorie et à une sous-catégorie (par exemple la biologie, dont les sous-catégories sont l'écologie, la botanique, l'entomologie, la zoologie, etc.). La sous-catégorie nommée *cancer*, de la catégorie *médecine clinique*, contient une centaine de revues strictement consacrées à ce sujet et encore actives dans la période que nous ciblons. En vérifiant dans la liste des périodiques le plus souvent cités dans la sous-catégorie *cancer*, nous nous sommes aperçus que certains journaux répertoriés dans d'autres sous-catégories devaient, selon nous, être inclus dans notre propre liste (par exemple *Oncogene*, qui est répertorié dans la génétique et *Frontiers of Radiation Therapy and Oncology*, dans la radiologie). Cela s'explique par le fait que la catégorisation originale des données est exclusive, c'est-à-dire qu'un titre ne peut se retrouver que dans une seule catégorie. Après un examen des titres et des politiques éditoriales des périodiques susceptibles d'être ajoutés à notre corpus, nous en avons sélectionné une vingtaine que nous avons inclus dans notre liste.

C'est donc à partir de cette liste d'exactly 121 périodiques, dont la quasi-totalité des articles porte sur le cancer, que nous avons constitué la sous-base de données

³Les périodiques présents dans les données sont considérés comme étant les plus significatifs par les spécialistes du ISI.

⁴ Nous reviendrons sur la structure des notices des citations.

utilisée dans ce mémoire. Cependant, le contenu des périodiques spécialisés dans le cancer ne représente pas la totalité des travaux sur le sujet. À ce sujet S. C. Bradford⁵ a mis en évidence le fait qu'un peu plus de 50 pour cent des articles d'une discipline sont publiés dans des revues non spécialisées dans la discipline en question. Rappelons que les travaux de S. C. Bradford, bien que datant des années 1930, sont encore actuels de nos jours, et que certaines « lois » établies par l'auteur servent encore de références générales aux bibliothécaires⁶. Cependant les chiffres fluctuent d'une étude à l'autre. Par exemple G. Lewison, dans une étude récente, avance une distribution de l'ordre de 60 pour cent dans les revues non spécialisées et de 40 pour cent dans les spécialisées⁷.

Afin de tenter d'estimer rapidement le nombre d'articles sur le cancer publiés dans des journaux non spécialisés dans le domaine, nous avons mis en œuvre une procédure relativement simple. À cet effet, nous avons interrogé la BDD afin de déterminer, dans les 121 périodiques de notre corpus, le pourcentage de citations qui réfèrent à ce même corpus. Étonnamment, les revues spécialisées dans le cancer ne sont citées que dans trente-trois pour cent des cas. Évidemment, le résultat de cette procédure n'est pas un indicateur réel de la répartition des articles dans les périodiques spécialisés et non spécialisés, mais il nous donne tout de même une certaine idée de l'importance du nombre d'articles publiés à l'extérieur de nos journaux.

À notre connaissance, il n'y a pas de méthodes rapides pour calculer cette répartition, et la procédure sommaire que nous avons effectuée ne permet pas d'expliquer parfaitement le phénomène observé (rappelons qu'elle indiquait une distribution de l'ordre de un tiers/deux tiers). Effectivement, en plus de ne pas être représentative de la distribution que nous souhaitons estimer, elle ne prend pas en compte quatre facteurs qui permettraient d'estimer à la baisse le pourcentage d'articles présents dans des journaux non spécialisés exprimé par notre calcul. Premièrement, les articles rapportant des percées majeures dans une discipline sont généralement les plus cités et ont tendance à être publiés

⁵ Bradford, Samuel C. *Documentation*, London, C. Lockwood, (1936) 1953, 2^e éd.

⁶ <http://www.nist.gov/dads/HTML/bradfordsLaw.html>

⁷ Lewison, Grant. « The definition and calibration of biomedical subfields », *Scientometrics*, 46, 1999, p. 529-537.

dans des journaux prestigieux aux politiques éditoriales plus générales. Deuxièmement, et inversement au phénomène précédent, les articles portant sur des sujets très pointus sont peu cités, et la plupart du temps publiés dans les revues spécialisées. Troisièmement, les articles sur le cancer citent parfois des travaux sur d'autres sujets que le cancer, et quatrièmement, au cours de notre période d'étude en biomédecine et en médecine clinique, les monographies représentent en moyenne 10 pour cent des références⁸.

Enfin, bien qu'il existe certains filtres grâce auxquels il est théoriquement possible d'identifier les articles d'une discipline précise publiés dans des journaux généraux, nous avons décidé de ne pas les utiliser car nous n'avons que peu de connaissances et d'expertise relativement à ces procédés de filtrage⁹. De plus, acquérir une compétence suffisante dans ce domaine aurait impliqué une charge de travail trop grande pour les résultats escomptés. Aussi, nous avons préféré nous servir d'un échantillon plus restreint (tout de même immense) pour avoir la certitude qu'il est constitué quasi uniquement d'articles sur le cancer, plutôt que de tenter d'en obtenir un plus grand qui risquerait d'être « corrompu ».

2.2 DESCRIPTION DES DONNÉES

Avant de procéder aux traitements scientométriques qui produiront les figures analysées dans les chapitres suivants, il est nécessaire de décrire certaines caractéristiques de base de la BDD. Nous devons connaître la taille et les courbes de croissances des différents éléments qui composent les données, car d'importantes variations dans ces éléments pourraient invalider ou rendre difficilement explicables certains résultats. De

⁸ Larivière, Vincent et collab. « The Place of Serials in Referencing Practices: Comparing Natural Sciences and Engineering with Social Sciences and Humanities », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (8), 2006, p. 997-1009

⁹ Lewison, Grant. « The definition and calibration of biomedical subfields », et « The Publication of Cancer Research Papers in High Impact Journals », *ASLIB PROCEEDINGS*, 55 (5/6), 2003, p. 379-87.

plus, ce rapide examen des caractéristiques générales de notre ensemble représentant la recherche sur le cancer nous permettra de juger de l'état de développement du champ ciblé.

Nos données sur le cancer se composent de 335 681 notices bibliographiques d'articles, réparties sur vingt-trois ans (1980-2003). Évidemment, ce nombre n'est pas distribué de façon uniforme durant cette période. La figure 1 nous montre que le nombre d'articles a plus que doublé entre 1980 et 1999. Signalons que le sujet de la croissance de la science et de ses disciplines a été l'objet d'intenses discussions depuis les conclusions de D. J. De Solla Price¹⁰. En général, les travaux qui en ont résulté nous présentent la théorie de la courbe en « S », selon laquelle la croissance d'une nouvelle discipline s'effectue de façon exponentielle à ses débuts puis se stabilise. Par la suite, la croissance de cette discipline s'interrompt lorsque elle se fractionne en plusieurs nouvelles disciplines. Cette théorie, bien que vieillissante, est encore défendue de nos jours, notamment par A. F. J. Van Raan¹¹. Cependant, la stabilité de l'augmentation illustrée en figure 1 n'a rien de surprenant, la recherche sur le cancer étant un très grand champ bien établi et non une discipline au sens de l'étude de Price, ce sont ses sous secteurs et ses sous disciplines qui sont susceptibles d'effectuer des courbes en S sur une période de vingt ans. La figure 1 est donc représentative de l'augmentation de la littérature d'un grand champ scientifique en pleine croissance¹².

¹⁰ Price, Derek J. de Solla. *Little Science, Big Science*, New York, Colombia University Press, 1963. et Antony, L. J. et collab. « The Growth of the Literature of Physics », *Reports on Progress in Physics*, 32, 1969, p. 709-767.

¹¹ Van Raan, Anthony F. G. « On Growth, Aging, and Fractal Differentiation of Science », *Scientometrics*, 47 (2), 2000, p. 347-352.

¹² À noter que les données de 2000-2003 couvrent une période de quatre ans et non de cinq, ce qui explique la fausse diminution observée. Sur les figures 1 et 2, nous avons ajouté, en pointillé, vingt pour cent à la valeur indiquée, ce qui nous donne une projection sur cinq ans.

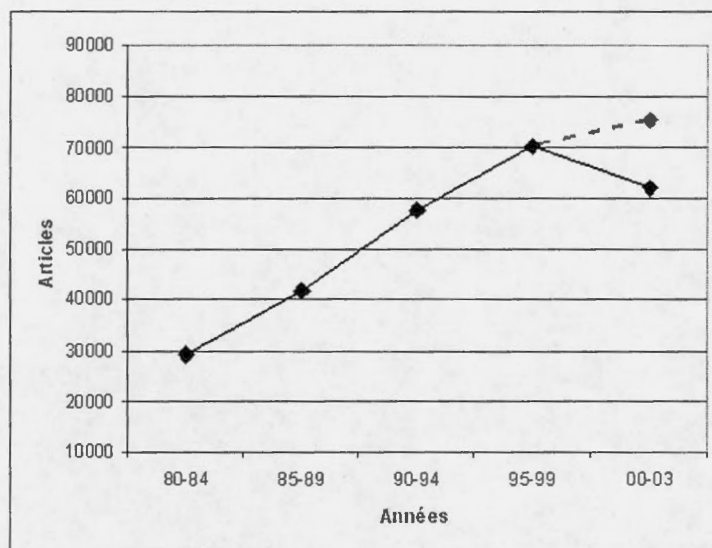


Figure 1 : Évolution du nombre d'articles de notre champ « cancer ». En pointillé, une projection de l'année manquante.

Ces 335 681 articles contiennent 8 698 240 références à d'autres articles. Évidemment, ce nombre n'est pas non plus distribué de façon uniforme dans l'intervalle de temps visé. La figure 2 nous montre que le nombre de références a plus que triplé entre 1980 et 1999. Si le nombre d'articles ne fait que doubler alors que le nombre de références triple, cela veut dire que la moyenne de références par article a augmenté au cours de cette période. La figure 3 nous apprend que la moyenne de références par article passe de 24 à 34 environ de 1980 à 2003. Cela n'a rien d'étonnant en soi, et plusieurs études ont révélé des croissances similaires dans d'autres disciplines¹³.

¹³ Estabrooks, Caroline A. et collab. « Mapping a Field: A Bibliometric Analysis of the Research Utilisation Literature in Nursing », *Nursing Research*, vol 53 (5), 2004, p. 293-303; et Koehler, Wallace et collab. « A Profile in Statistics of Journal Articles: Fifty Years of American Documentation and the Journal of the American Society for Information Science », *Cybermetrics*, 4 (3), 2000, p. 1-32.

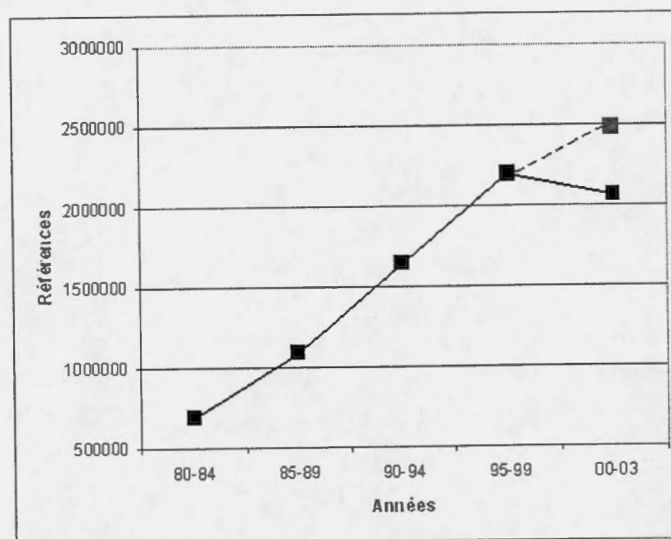


Figure 2 : Évolution du nombre de références du champ « cancer ». En pointillé, une projection de l'année manquante.

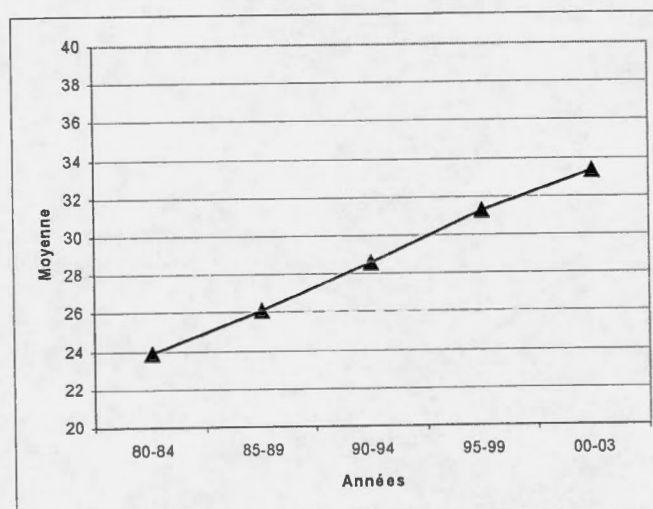


Figure 3 : Évolution de la moyenne de références par article.

Nous avons voulu vérifier si l'augmentation de la moyenne de références par article est similaire dans les différentes sous-disciplines du champ « cancer ». La figure 4 propose une comparaison entre la moyenne de références par article de la génétique du cancer, représentée par 3 journaux spécialisés¹⁴, et la radio oncologie, représentée par 5

¹⁴ *Oncogene, Oncogene Research et Cancer Gene Therapy.*

journaux¹⁵. Nous avons choisi ces deux sous-disciplines en particulier simplement parce que les périodiques qui leur sont consacrés sont facilement identifiables. Le résultat nous montre un important écart : malgré le fait que la courbe de croissance soit pratiquement la même dans les deux spécialités, la génétique du cancer a environ 65 pour cent de plus de références par article que la radio-oncologie, et ce, pour toutes les périodes examinées. Nous avons donc de bonnes raisons de croire que la moyenne de références par article est mal répartie dans l'ensemble du champ d'études. Aussi, il sera important de considérer ce phénomène lorsque nous interrogerons les données.

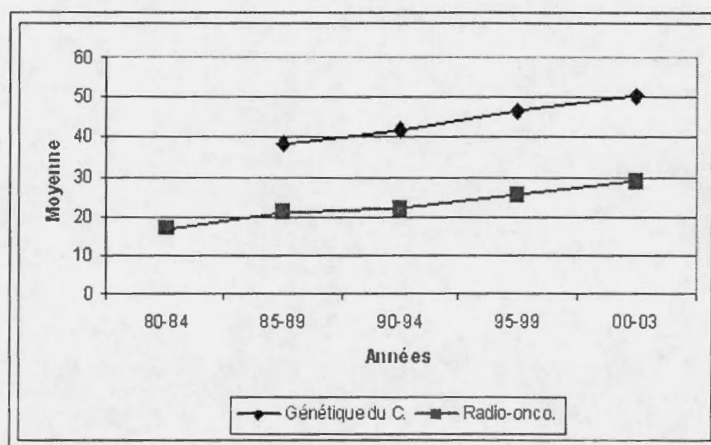


Figure 4 : Comparaison de la moyenne de références, par article, de deux sous-disciplines du champ « cancer ».

2.3 PRÉPARATION DES DONNÉES

Une particularité des données du *Science Citation Index* est que les titres des journaux des références sont saisis sous une forme abrégée non uniformisée. En fait, l'abréviation est celle que les scientifiques ont utilisée dans leurs publications et, malheureusement, ils n'ont pas l'habitude de toujours abréger le titre du même périodique de manière uniforme. La liste suivante est un exemple d'abréviations attribuables à un seul

¹⁵ *Radiotherapy and Oncology, International Journal of Radiation Oncology and Biology Physics, Seminars in Radiation Oncology, Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals et Frontiers of Radiation Therapy and Oncology.*

périodique. La colonne de droite représente le nombre d'occurrences de l'abréviation entre 1980 à 2003 dans les articles publiés dans les journaux sur le cancer. Comme nous pouvons le constater, les scientifiques ont majoritairement abrégé le titre de la revue *Nucleic Acids Research* de la même façon (NUCLEIC-ACIDS-RES). L'abréviation principale (la plus utilisée) représente presque cent pour cent des références.

NUC-ACID-RES	6
NUC-ACIDS-RES	14
NUCL-ACID-R	69
NUCL-ACID-RES	84
NUCL-ACIDS	7
NUCL-ACIDS-RES	100
NUCL-ACIDS-RES-S-SER	6
NUCL-ACIDS-S-SER	16
NUCLEI-ACID-RES	2
NUCLEIC-ACID-RES	30
NUCLEIC-ACID-RES-MOL	3
NUCLEIC-ACID-RES-S	2
NUCLEIC-ACIDS-RES	18410
NUCLEIC-ACIDS-RES-S	31
NUCLEIC-ACIDS-RES-TU	3

Cependant, certains titres des journaux principaux du champ « cancer » n'étaient pas abrégés de façon suffisamment uniforme pour permettre de considérer leurs abréviations principales comme représentatives du journal en question. Comme nous ignorions à quel point ce phénomène était important, nous avons décidé de tout « nettoyer ». Ainsi, à partir de la BDD, nous avons extrait toutes les abréviations représentant des titres des périodiques auxquels réfèrent les journaux de notre liste (il y avait plus 180 000 abréviations différentes). De plus, nous avons relevé le nombre de fois que chacune des abréviations est employée. Pour pouvoir traiter les données collectées d'une manière efficace, nous avons également éliminé toutes les abréviations qui n'étaient utilisées qu'une seule fois. Ensuite, il nous a fallu, parmi les 60 000 abréviations qui restaient, regrouper manuellement toutes celles qui étaient attribuables aux 121 périodiques sur le cancer. Parfois, certains journaux importants avaient près d'une centaine d'appellations différentes, dont quelques-unes particulièrement obscures. Par exemple, la revue *Proceedings of the American Association of Cancer Research* est abrégée de 75

façons différentes et son abréviation principale, comme le montre la liste suivante, ne représente que 52 pour cent de la totalité des abréviations employées¹⁶.

P-AM-ASSOC-CANC-RES	15149	51,3 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AM-ASS-CANCER-RES	10913	36,9 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AM-ASSOC-CANCER-RE	1060	3,5 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AACR	1031	3,4 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
PROC-AMER-ASS-CANCER	383	1,2 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AACR-ASCO	264	0,9 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AM-ASS-CANC-RES	155	0,5 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AM-ASS-CAN-RES	93	0,3 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
IN-PRESS-P-AM-ASS-CA	46	0,1 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AM-ASS-CANC-RES-AN	45	0,1 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
P-AM-CANCER-RES	33	0,1 %	P-AM-ASSOC-CANC-RES
Plus 60 autres			

Dans le but de pouvoir, dans des emplois futurs, tenir minimalement compte des articles non publiés dans les périodiques spécialisés dont nous avons parlé précédemment, nous avons décidé d'uniformiser également les abréviations des quatre-vingts journaux non spécialisés les plus cités par les journaux sur le cancer.

À maintes occasions, nous référerons dans ce mémoire à deux catégories de périodiques : la première comporte les 121 journaux que nous avons identifiés comme étant spécialisés dans le cancer et dont nous prévoyons utiliser les données pour construire notre sous-base de données. Ils seront nommés *journaux* ou *périodiques internes*. La deuxième catégorie comporte tous les autres journaux scientifiques, parmi lesquels les quatre-vingts dont nous avons uniformisé les abréviations. Ils seront désignés sous le nom de *journaux* ou *périodiques externes*.

Après avoir associé toutes les abréviations à nos 201 périodiques internes et externes, nous avons calculé la marge d'erreur que nous aurions eue si nous n'avions utilisé que l'abréviation principale pour chaque périodique. Cependant, nous devons préciser que le résultat de ce calcul est «fragilisé» en raison de trois modifications que nous avons effectuées volontairement. Premièrement, nous avons profité de cette opération pour attribuer une appellation homogène à certains périodiques qui changent de nom (par

¹⁶ Autre élément à observer sur la liste : le nom du périodique uniformisé est présent à droite.

exemple *Critical Reviews in Hematology and Oncology* porte trois noms différents selon les années¹⁷). En effet, il aurait été désagréable, dans les expériences futures, de devoir vérifier lequel des trois noms employer, à chaque fois que nous interrogerons les données sur une période précise. Il est à noter qu'à l'exception du *European Journal of Cancer*¹⁸, ce sont majoritairement les noms des périodiques ayant publié un petit nombre d'articles que nous avons dû uniformiser. Nous avons donc dû exclure tous les périodiques traités de cette façon du calcul de la marge d'erreur des abréviations.

Deuxièmement, certains périodiques publient un grand nombre de suppléments¹⁹. Dans les données de l'ISI, le numéro du supplément est fréquemment inclus dans l'abréviation du titre du périodique. Nous avons décidé de considérer tous les suppléments comme étant une partie intégrante du journal concerné et non comme des dizaines, voire des centaines de petites monographies ; et nous avons exclu tous les journaux traités de cette façon du calcul de la marge d'erreur. Troisièmement, nous avons exclu tous les périodiques qui ont publié moins de 200 articles durant les vingt-trois années couvertes par nos données, car ils augmentaient de près de cinq pour cent la marge d'erreur à cause de la tendance qu'ont les scientifiques à abrégé les périodiques peu connus de façon très aléatoire.

En conclusion, des 121 journaux internes, seulement 79,5 pour cent ont été inclus dans le calcul de la marge d'erreur des abréviations. Les autres ont été rejetés pour les trois raisons mentionnées précédemment. L'abréviation principale de chacun des périodiques admissibles représente en moyenne 89,5 pour cent du total des références qui lui sont attribuables. Cependant, cette moyenne est très mal répartie. Dans 21 pour cent des cas, l'abréviation principale représente moins de 79 pour cent des références qui devraient être attribuées au journal en question. Donc, si nous utilisions seulement les abréviations

¹⁷ *Critical Reviews in Hematology and Oncology*, *Critical Reviews in Hematology / Oncology* et *CRC : Critical Reviews in Hematology and Oncology*.

¹⁸ *European Journal of Cancer*, *European Journal of Cancer Part A* et *European Journal of Cancer and Clinical Oncology*.

¹⁹ Dans nos données, le principal périodique qui possède fortement cette caractéristique est *Seminars in Oncology*.

principales sans aucune vérification, environ une fois sur cinq, il manquerait entre 20 et 50 pour cent des références d'un périodique.

2.4 CRÉATION DE LA SOUS BASE DE DONNÉES

L'étape suivante a été la création de la sous-base de données. Nous avons extrait du *Science Citation Index* les éléments que nous avons définis comme étant représentatifs de la recherche sur le cancer, pour les regrouper dans une nouvelle base de données plus petite. Nous avons effectué cette manipulation pour deux raisons principales : premièrement, le traitement des données est simplifié et plus rapide avec une petite BDD, et les ordinateurs n'ont pas à isoler les données sur le cancer de l'ensemble des données à chaque manipulation. Deuxièmement, cela permet d'apporter des modifications permanentes aux abréviations des titres des journaux des références. À ce point, plutôt que d'utiliser des abréviations pour représenter les différents périodiques, nous avons décidé d'inscrire le nom complet de chacun d'entre eux.

Notre sous-base de données est ainsi créée. Elle contient les notices bibliographiques des 335 681 articles présents dans nos 121 journaux internes en plus de leurs 8 698 240 références, dans lesquelles les abréviations représentant les 121 journaux internes et les 80 journaux externes ont été uniformisées. Cela fait, nous avons commencé nos analyses scientométriques.

Chapitre III

LA CARTOGRAPHIE RÉSEAU-LU APPLIQUÉE À LA LITTÉRATURE DE LA RECHERCHE SUR LE CANCER 1980-2000

Comme mentionné dans le chapitre I, il y a plusieurs méthodes scientométriques qui existent, chacune répondant à un type spécifique de questionnement. Cependant, celle proposée par K. W. McCain¹ au début des années 1990 est, selon nous, la plus appropriée pour étudier les relations entre les différents types de recherche d'un champ scientifique. Soulignons que la cartographie des inter citations entre les périodiques d'une discipline ou d'une spécialité scientifique est un procédé bien installé dans le monde scientométrique, et qui a été utilisé par de nombreux chercheurs² depuis la parution des travaux de McCain³. Ce chapitre portera sur la production et l'analyse de cartes scientométriques représentant les relations entre les différents périodiques du champ « cancer ». Nous commencerons par un bref rappel de nos intentions et de nos hypothèses relativement à ce traitement des données, suivi de quelques considérations sur la nature et le comportement des périodiques scientifiques en général et de ceux consacrés au domaine du cancer en particulier. Par la suite, nous présenterons le logiciel utilisé pour le traitement des données et nous décrirons les éléments nécessaires à la lecture et à la compréhension des cartes qui en résultent. Ce n'est qu'après ces explications méthodologiques que nous analyserons chronologiquement les cinq cartes.

¹ McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps : New Bibliometric Tools for Serials Research and Management », *Library Quarterly*, 61 (3), 1991, p. 311-336.

² Loet Leydesdorff est celui qui a le plus exploité et popularisé cette méthode. Il a publié une cartographie des périodiques de biochimie dans son article « Can Scientific Journals be Classified in terms of Aggregated Journal-Journal Citation Relations using the Journal Citation Reports? », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 2006, p. 601-613.

³ McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps ».

3.1 CONSIDÉRATIONS MÉTHODOLOGIQUES

3.1.1 Rappel de nos intentions et de nos hypothèses

Comme ce mémoire porte principalement sur l'évolution des relations entre la recherche clinique et la recherche fondamentale, nous avons produit des cartes scientométriques qui représentent ces deux entités. La méthode développée par McCain⁴, qui consiste à cartographier les réseaux des citations entre les journaux d'un champ scientifique, nous a semblé la plus appropriée. Avec cette méthode, il est en effet possible de visualiser non pas un, mais deux phénomènes : les regroupements des journaux par proximité des sujets d'étude, ce qui nous permettra de visualiser la ou les grappes représentant les sous-entités de la discipline ; et l'importance des journaux relativement à d'autres, ce qui mettra en lumière les dynamiques internes du champ. Nous croyons que la première procédure mentionnée montrera clairement une division qui structure le monde de la recherche médicale contemporaine⁵, à savoir celle entre la recherche clinique et la recherche fondamentale. Nous espérons également pouvoir visualiser des changements dans la dynamique des relations entre les journaux représentant ces deux entités pour pouvoir ensuite analyser les variations dans un contexte historique. Outre les deux principaux ensembles que nous prévoyons visualiser (ceux dont nous venons de faire mention), il est possible que de petites grappes représentant des phénomènes propres au champ « cancer » soient visibles. Nous tenterons donc, au cours des prochaines analyses, de les identifier et d'expliquer leurs statuts d'entités relativement distinctes.

Comme mentionnée précédemment, l'approche de McCain⁶ permet également de visualiser l'importance des journaux relativement à d'autres. Cette possibilité nous permettra plus loin dans ce chapitre d'émettre quelques observations générales sur les journaux principaux du champ et des disciplines qui le composent, mais pour des raisons

⁴ McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps ».

⁵ K. E. Faber avait dès les années 1920 montré l'importance de cette division. Faber, Knud Elge. *Nosography*.

⁶ McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps ».

que nous expliquerons plus loin dans de ce chapitre, ces observations pourront porter à controverse. Nous y reviendrons.

3.1.2 La nature et le comportement des périodiques scientifiques en général et de ceux sur le cancer en particulier

Dans notre ensemble de journaux représentant la recherche sur le cancer, on retrouve des périodiques de différents types : spécialisés ou généraux, internationaux ou locaux. Comme nous devons composer avec cette disparité dans les analyses ultérieures, il est important de comprendre les mécanismes généraux de la publication scientifique. Tout d'abord, il est évident que les journaux ont des politiques éditoriales différentes, qui déterminent les sujets des articles qu'ils vont publier. Cette caractéristique est à la base de la cartographie que nous nous apprêtons à présenter. C'est en effet parce que les journaux se spécialisent dans un type de publication précis que nous pourrions les regrouper par proximité de sujet d'étude.

En plus de la distinction par spécialité, les journaux peuvent être différenciés de bien d'autres façons. Certains ont des politiques éditoriales restrictives alors que d'autres en ont de plus générales. Il y a également disparité dans l'ancienneté et dans le rôle international de chaque périodique, ainsi que dans le nombre d'articles qu'il publie. Certains même changent leurs politiques éditoriales au cours des années étudiées. J. Meadows⁷ nous rappelle qu'en général, lorsque les disciplines se développent, les nouveaux journaux qui s'y rattachent se spécialisent graduellement. Également, avec l'accroissement du nombre de journaux consacrés à une discipline, les plus anciens, dont les politiques éditoriales sont générales, gagnent en prestige et, par le fait même, en diffusion et tendent à s'internationaliser⁸.

⁷ Meadows, Jack. « Early Reactions to Information Growth », *Scientometrics*, 50, 2001, p. 553-561.

⁸ Cependant, des exceptions à ces règles générales peuvent survenir. Par exemple, certains journaux cliniques, malgré leur ancienneté et leur niveau de prestige, sont restreints au niveau de leur diffusion internationale par les particularités des pratiques médicales de leur pays d'origine.

Les journaux consacrés à la recherche sur le cancer sont majoritairement américains. Des 121 journaux que nous avons identifiés comme étant strictement dédiés au cancer, près de quatre-vingt-dix pour cent sont d'origine américaine⁹. Cela n'a rien d'étonnant en soi, car les Américains, par le biais d'organismes publics et privés, ont, dès les années 50, investi massivement dans la recherche biomédicale, et particulièrement dans la recherche sur le cancer. De plus, au cours des années 70, le président Nixon a mis sur pied un programme d'investissements massifs dans la recherche sur le cancer, ce qui a favorisé la prédominance de son pays en ce domaine¹⁰.

Thompson ISI a été accusé de favoriser les journaux américains lorsque leurs spécialistes ont sélectionné les périodiques dans leurs banques de données. Cependant, nous sommes persuadés que ce facteur n'entre pas en considération ni dans la constitution de notre liste, ni dans notre calcul sur la provenance des journaux portant sur le cancer. Lorsque nous avons uniformisé les noms des périodiques¹¹ nous avons longuement examiné les citations des journaux portant sur le cancer, et si un journal majeur de ce domaine était absent de notre liste, nous l'aurions décelé à ce moment-là. De plus, selon l'article de É. Archambault et de ses collaborateurs, les reproches faits à l'ISI concernant la prépondérance des journaux américains dans leurs banques de données sont justifiés uniquement en ce qui concerne les journaux des sciences sociales¹².

⁹ Nous avons effectué ce calcul en examinant une par une la provenance de nos 121 périodiques sur le site internet de Medline. Medline (Pubmed) est une gigantesque BDD qui contient les références bibliographiques des publications de l'ensemble du monde médical. Elle est contrôlée et subventionnée par le gouvernement américain par l'intermédiaire de deux institutions : le *National Library of Medicine* et le *National Institutes of Health*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi>

¹⁰ Nathan, David et collab. « Comprehensive Cancer Centres and the War on Cancer », *Nature Reviews Cancer*, 2001, 1, p. 240-244. Précisons que notre observation sur le pays d'origine des journaux sur le cancer n'est pas directement représentative de la contribution, ni en nombre d'articles, ni en importance relative, des différentes nationalités dans ce domaine, car les journaux américains publient des articles provenant de tous les pays.

¹¹ Voir chapitre II.

¹² Archambault, Éric et collab. « Benchmarking Scientific Output in the Social Sciences and Humanities: The Limits of Existing Databases », *Scientometrics*, 68, (3), 2006, p.329-342

3.1.3 Le logiciel Réseau-lu

Le logiciel Réseau-lu, créé par A. Mogoutov, était apte à effectuer une cartographie de type K.W. McCain¹³ de l'intercitation entre les journaux sur le cancer. Il s'agit d'un logiciel commercial pouvant traduire en environnement analytique des données de différents types. D'autres logiciels¹⁴ effectuant en apparence le même type de tâche existent¹⁵. Certains d'entre eux sont bien implantés et fréquemment utilisés dans le milieu scientométrique. Leurs modes de fonctionnement et leurs algorithmes internes sont plus connus que ceux du logiciel Réseau-lu¹⁶, mais ce dernier a la particularité de pouvoir traiter des données d'une taille plus importante tout en conservant une lisibilité acceptable aux résultats finaux¹⁷. La raison en est que ce logiciel utilise tout l'espace bidimensionnel disponible, contrairement aux autres logiciels, qui ont tendance à placer et à condenser les entités principales de leurs analyses au centre de la carte, ce qui rend la lecture de leur interaction difficile. Par contre, dans notre cas particulier, le logiciel Réseau-lu devrait placer les grappes principales en périphérie de la figure, ce qui rend plus visibles les modifications dans la structure des liens placés entre les deux entités principales, soit la recherche fondamentale et la recherche clinique.

Nous avons eu accès au logiciel Réseau-lu par l'entremise de notre collaborateur A. Cambrosio, de l'Université McGill, et c'est avec lui, ainsi qu'avec P. Keating et A. Mogoutov lui-même que nous avons effectué la cartographie en question. Dans les deux prochaines sections, nous ne tenterons pas d'expliquer le fonctionnement mathématique du

¹³ McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps ».

¹⁴ Les plus connus sont UCINET et Pajek. Voir Leydesdorff, Loet. « Visualization of the Citation Impact Environments of Scientific Journals: An Online Mapping Exercise », *Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Social Studies of Science* (4S), Pasadena, California, 2005.

¹⁵ Pour examiner en détail les différences entre le logiciel Réseau-lu et ses concurrents voir. Cambrosio, Alberto et collab. « Analyse des réseaux hétérogènes : le projet RéseauLu » dans Claire Brossard et Bernard Rebert ed. *Sciences Humaines et sociales et technologies de l'information et de la communication*, Paris, Hermès Sciences, 2007

¹⁶ L'algorithme mathématique du logiciel Réseau-lu n'a été publié que très récemment. Cambrosio, Alberto et collab. « Analyse des réseaux hétérogènes »

¹⁷ Pour un exemple de figure difficilement lisible, bien que contenant moins de journaux que les nôtres, voir la figure onze de Leydesdorff, Loet. « Can Scientific Journals be Classified in Terms of Aggregated Journal-Journal Citation Relations Using the Journal Citation Reports? », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 2006, p. 601-613.

logiciel¹⁸, mais plutôt de décrire les aspects méthodologiques nécessaires à la lecture des cartes. Nous commencerons par expliquer les principes et mécanismes nécessaires à la compréhension des deux variables qui seront affichées sur les cartes, soit le regroupement par proximité des sujets d'étude et l'importance des journaux.

3.1.4 Positionnement des journaux

Nous avons brièvement expliqué, dans le chapitre I, le principe de base sur lequel repose une cartographie d'intercitation entre les différents journaux spécialisés dans la recherche sur le cancer (plus deux unités d'analyses se citent entre elles, plus les deux points les représentant sur la carte bidimensionnelle seront rapprochés). Avec le logiciel Réseau-lu (comme avec les autres logiciels), les choses sont quelque peu plus complexes. Ce logiciel prend en considération plusieurs facteurs pour déterminer la position des journaux sur la carte, soit : le nombre de fois qu'un périodique en cite un autre, le nombre de fois qu'il est cité par ce dernier et le nombre total de citations du journal. Ce dernier facteur sert à estimer la taille des journaux. En effet, plus le nombre d'articles publiés dans un journal est grand, plus les citations qui y figurent sont nombreuses. Donc, pour éviter que les petits journaux ne se retrouvent instantanément en marge de la carte, Réseau-lu doit, en plus de la relation d'intercitation, tenir compte de la taille des journaux ; et il le fait effectivement en utilisant le nombre de citations émises.

Sur une carte d'intercitations entre des périodiques, la totalité des liens ne peut être affichée. Si tel était le cas, il suffirait qu'un article d'un périodique se réfère une seule fois à un autre article dans un périodique différent pour établir un lien entre les deux journaux. La carte serait alors tout à fait illisible, car tout serait interrelié. Le logiciel Réseau-lu, comme les logiciels concurrents, possède une fonction qui détermine et utilise seulement le pourcentage des liens les plus fréquents pour constituer une figure (le calcul de spécificité) . Par exemple, si, après avoir tenu compte du nombre de publications, les

¹⁸ Comme mentionné dans les notes précédentes, l'algorithme précis n'est pas publié, mais voir Mogoutov, Andrei. « Données relationnelles en sciences sociales: essai de minimalisme méthodologique », *Pratiques de formation*, 1998, p. 141-148; et « Réseau-lu 6.13, Sistema di esplorazione di dati relazionali » ; Antonio M. Chiesi (éd.). *L'analisi dei reticoli*, Milan, Franco Angeli, 1999, p. 221-225.

journaux X et Y s'intercitent 2000 fois et que les journaux X et Z ne s'intercitent que 500 fois, le lien qui relie X et Z pourrait être considéré comme n'étant pas suffisamment fréquent¹⁹ et par conséquent, ne pas être considéré dans la formation de la carte, alors que celui qui relie X et Y le serait. En plus d'utiliser la fréquence des citations pour définir l'importance des liens, le logiciel Réseau-lu utilise aussi un algorithme mathématique qui renvoie à la tendance d'un périodique à citer de façon préférentielle les articles publiés dans un autre périodique en particulier²⁰. Il est pertinent à ce point de noter que les calculs de spécificité n'affectent pas le positionnement des journaux sur la carte, seulement les liens visibles entre eux. Dans nos cartes, selon les années, nous avons affiché dix ou quinze pour cent des liens les plus fréquents. Le nombre utilisé est inscrit sur les cartes sous le nom anglais *Specificity*.

3.1.5 Évaluation comparative de l'importance des journaux

Au début de ce chapitre, nous avons mentionné que la procédure visant à visualiser l'importance des journaux par rapport à d'autres, effectuée avec le logiciel Réseau-lu, pourrait être controversée si les observations et conclusions qui en découlent sont mal interprétées. Déterminer l'importance d'un périodique par rapport à un autre est en effet une procédure relativement délicate, qui a été largement discutée dans le cadre d'une controverse autour de la notion de «facteur d'impact». Ce «facteur d'impact» proposé par E. Garfield en 1979²¹ est une mesure de l'importance d'une ou d'une série de publications scientifiques (appliquée surtout aux journaux) qui est calculée à l'aide du nombre de citations reçues. Pour bien expliquer son fonctionnement, prenons, par exemple, le

¹⁹ Cet exemple est très simplifié pour les besoins de la vulgarisation.

²⁰ Voici comment la spécificité est calculée.

À partir d'un tableau croisé entre les modalités de deux variables le logiciel construit une matrice des valeurs pondérées, transformée en matrice des valeurs attendues suivis pas la construction d'une matrice d'associations. Lors de la deuxième étape, la matrice des valeurs attendues correspondantes à l'hypothèse (0) d'une indépendance statistique des colonnes et des lignes du tableau est créée. Les valeurs des cellules sont remplacées par une combinaison des valeurs marginales (multiplication des totaux correspondants a des lignes et des colonnes divisées par le total général) les valeurs des cellules de la matrice d'association sont calculées comme la différence entre les valeurs observées (Vo) et les valeurs attendues (Va) selon la formule $(Vo-Va)/ Va$. Alberto Cambrosio, Communication personnelle, 2007

²¹ Garfield, Eugene. « Is Citation Analysis a Legitimate Evaluation Tool? », *Scientometrics*, 1, 1979, p.359-375.

«facteur d'impact» pour un journal X de l'année 2003. Le nombre moyen de citations que reçoivent en 2003 les articles qu'il a publiés en 2001-2002 est divisé par le nombre total d'articles qu'il a publiés en 2001-2002²². Depuis la publication des premiers travaux de E. Garfield, le «facteur d'impact» du ISI a acquis une influence importante et controversée sur la façon dont les travaux scientifiques en général et les journaux scientifiques en particulier²³ sont évalués et perçus. Les détracteurs de cette méthode sont tout aussi nombreux que ses défenseurs²⁴.

Dans le cas de notre cartographie, Réseau-lu n'effectue pas le même calcul que celui du «facteur d'impact» pour déterminer l'importance comparative des journaux, mais le principe de base reste le même : entre deux publications, celle qui reçoit le plus de citations est considérée comme étant la plus importante. Toutefois, contrairement au *Journal Impact Factor*, dans nos cartes, plutôt que d'utiliser le calcul du paragraphe précédent, le logiciel Réseau-lu, utilise le nombre total de citations accordées à un journal depuis sa création et non pas les deux années précédentes, ce qui en fait un indicateur plus historique. Prenons par exemple un journal X en 2003. Dans le cas du «facteur d'impact», son importance serait calculée à partir du nombre de citations que reçoivent, en 2003, les articles qu'il a publiés en 2001 et 2002, plus la division mentionnée au paragraphe précédent. Dans le cas du logiciel Réseau-lu, le calcul est effectué comme suit : l'importance du journal X de 2003 est déterminée à partir du nombre total de citations qu'il reçoit des autres journaux peu importe l'année, qu'il émet et le nombre d'articles qu'il publie plus un algorithme qui remplace la division finale du «facteur d'impact».²⁵ Il s'agit donc du nombre total de citations que le journal a reçues depuis sa création. Puisque

²² Cet exemple est simplifié, nous n'expliquerons pas en détail la façon dont le ISI exclut ou inclut certains types de publication dans le calcul.

²³ Pour les journaux scientifiques, les facteurs d'impact sont publiés dans le *Journal Citation Report* du ISI et sont recalculés à chaque année.

²⁴ De très nombreux articles pour et contre l'utilisation du «facteur d'impact» du ISI existent. Nous n'en citerons que deux. Contre l'*impact factor*, voir Seglen, Per O. « Why the Impact Factor of Journals Should Not Be Used for Evaluating Research », *British Medical Journal*, 1997, p. 498-502; et pour l'*impact factor*, voir Saha, Somnath et collab. « Impact Factor: a Valid Measure of Journal Quality? », *Journal of the Medical Library Association*, 91, 2003. p. 42-46.

²⁵ Rappelons qu'il n'y a aucun lien entre le facteur d'impact et la taille des nœuds du logiciel Réseau-lu, c'est un tout autre calcul. Cependant, le nombre de citations que reçoit un périodique joue un rôle dominant dans les deux cas.

les chercheurs du domaine du cancer, comme les autres scientifiques, citent généralement des publications récentes, notre facteur représente en quelque sorte autant l'importance historique qu'actuelle des journaux pour le champ « cancer ».

Dans l'exemple que nous venons de donner, nous avons mentionné que pour notre procédure, un algorithme remplaçait le dénominateur du calcul du facteur d'impact du ISI servant à tenir compte de la taille du journal concerné (le nombre d'articles qu'il a publié en 2001-2002). Notre algorithme, de façon simplifiée, tient également compte de la taille relative des journaux, mais il le fait avec une seule année, celle utilisée pour l'analyse, et en utilisant le nombre de citations émises et non le nombre d'articles publiés. Conclusion : comme dans le cas du positionnement des journaux sur la carte, l'importance des journaux est déterminée non seulement par le nombre de citations qu'ils reçoivent, mais également par le nombre de citations qu'ils émettent. Ainsi, le nombre variable d'articles publiés par les différentes revues est considéré dans le calcul. Sans cela, l'importance des petits périodiques publiant peu d'articles, donc émettant peu de citations, serait grandement sous-estimée.

L'importance des journaux par rapport aux autres, qui est exprimée, dans nos cartes, par la taille des formes géométriques les représentant, n'est donc pas similaire à celle du «facteur d'impact» du ISI, censé représenter l'importance contemporaine d'un périodique pour l'ensemble du monde scientifique, mais plutôt à celle d'un indicateur relatif de l'importance historique d'un journal pour le champ scientifique. Pour conclure, peu importe la validité du «facteur d'impact» du ISI, le nôtre exprime une importance relative qui nous convient, car notre objectif n'est pas d'affirmer, grâce à ce calcul, que tel journal est plus important qu'un autre si leurs tailles sont relativement similaires, mais seulement de faire ressortir ceux qui s'écartent visiblement de la moyenne.

3.1.6 Journaux externes/internes.

Comme mentionné dans le chapitre II, environ cinquante pour cent des articles sur le cancer sont publiés dans des journaux non spécialisés dans ce champ, donc des journaux

externes. Pour tenir minimalement compte de ces publications, nous en avons sélectionné un certain nombre que nous avons inclus dans les cartes d'intercitations Réseau-lu. Cependant, il est bien important de comprendre que seules les citations reçues par ces journaux seront prises en compte dans la formation de nos cartes et non celles qu'ils émettent. Nos cartes représenteront donc l'intercitation entre les journaux internes, ainsi que les citations des journaux internes référant aux journaux externes. Prenons l'exemple du périodique *Nature*, souvent cité par un groupe de journaux internes précis qui s'entrecitent très souvent. Il se retrouvera donc dans ou près de la grappe formée par ce groupe de journaux internes et non à proximité des journaux que lui-même cite fréquemment.

Par ailleurs, le nombre de journaux externes sur chaque carte variera énormément, car si les 200 titres les plus cités par l'ensemble des journaux internes durant les vingt-trois années couvertes par nos données ont été pris en considération dans le processus, ne seront affichés dans les résultats que ceux d'entre eux qui auront obtenu un nombre critique de citations pour l'année précise servant à la formation de la carte. Un journal quelconque, créé en 1985, par exemple, ne sera évidemment pas présent sur la carte de 1980, ni sur celle de 1985, parce qu'il n'aura pas obtenu suffisamment de citations provenant des articles des journaux internes durant la période concernée. Il pourra toutefois apparaître sur la carte de 1990 et disparaître de la carte suivante parce qu'encore une fois, il n'aura pas atteint le nombre critique de citations.

3.1.7 Années témoins choisies

Parce que la production d'une de ces cartes demande beaucoup de travail, nous avons décidé de ne pas en produire une pour chacune des vingt-trois années de nos données. Il ne nous restait qu'à déterminer les années ou groupes d'années que nous allions utiliser comme périodes témoins. Nous avons opté pour la production d'une carte représentant une année à tous les cinq ans, soit 1980, 1985, 1990, 1995 et 2000. Avant de

commencer les analyses, nous relèverons certaines caractéristiques de base de toutes les cartes.

3.1.8 Considérations générales sur l'ensemble des cartes

Le positionnement des journaux sur les cartes est le résultat d'un équilibre produit par le logiciel et non d'une disposition formelle. C'est ce processus qui explique que la même grappe se retrouve parfois à droite d'une carte et à gauche de la carte suivante. Ce qui importe est l'éloignement proportionnel entre les différentes entités, et c'est précisément ce que le logiciel calcule. Sur les 5 cartes, et ce, par un pur hasard, il n'y en a qu'une qui n'est pas alignée aux autres au niveau horizontal. En effet, sur toutes les cartes, sauf celle de 2000, la recherche clinique se retrouve à droite alors que sur celle de 2000, elle est à gauche. Au niveau vertical, les cartes de 1990 et de 2000 sont inversées par rapport à celles de 1980, 1985 et 1995. Par exemple, la majorité des journaux sur l'immunologie se retrouve en bas des cartes dans le premier cas, et dans le haut, dans le deuxième.

Nous pouvons également constater que dans l'ensemble des cartes, certaines grappes sont constituées de réseaux extrêmement denses, particulièrement celles représentant la recherche clinique. Si nous analysons avec précision une des grappes à grande densité, nous pouvons observer qu'il existe une certaine sous-structure au sein même de la grappe. Prenons l'exemple de la grappe de recherche clinique de la carte 1995²⁶. Nous observons que la presque totalité des journaux de la chirurgie se retrouvent en haut de la grappe, alors que ceux de la gynécologie se retrouvent en bas. Il est donc permis de croire que si nous cartographions seulement la recherche clinique de 1995 avec les mêmes données et les mêmes critères, ce qui nous apparaîtra comme une seule entité se subdivisera probablement en plusieurs grappes. Toutefois, les cartes que nous présentons n'ont pas été conçues pour examiner la dynamique intraclinique, il est donc bien important de ne pas les analyser dans une optique autre que celle dans laquelle elles ont été conçues.

²⁶ Voir section 3.2.4

Toutefois, nous signalerons, s'il y a lieu, certaines sous-structures à l'intérieur d'une grappe,

3.2 L'ANALYSE DES CARTES D'INTERCITATIONS

Pour étiqueter toutes les grappes visibles présentes sur l'ensemble des cartes et découvrir ce qu'elles représentent, deux techniques ont été employées : la vérification des politiques éditoriales des journaux dans certaines grappes lorsque cela s'est avéré nécessaire et possible, et, bien évidemment, l'utilisation des noms des périodiques. Ces deux techniques nous ont généralement suffi pour pouvoir identifier les entités, bien qu'à quelques reprises, les choses se soient corsées. Quant aux difficultés concernant les politiques éditoriales, nous avons constaté que les journaux scientifiques en ont, dans la majorité des cas, de très ouvertes et ambitieuses, rarement explicitées dans les instructions présentées aux auteurs potentiels. Quelquefois, dans le premier numéro d'un périodique, un court article définit l'orientation générale du journal, mais il ne constitue qu'une projection et n'est que dans de rares cas réactualisé pour exprimer le rôle réel et les nouvelles intentions du journal en question. Il est en effet relativement difficile de connaître les sujets de prédilection des différents périodiques en les feuilletant. Toutefois, les sites Internet des différents éditeurs sont une bonne source d'information, mais ne nous révèlent que les politiques éditoriales contemporaines. Nous avons donc dû composer avec ces difficultés.

3.2.1 Analyse de la carte 1980

Une brève observation de la carte de 1980²⁷ nous permet d'apercevoir rapidement trois grappes bien distinctes que nous nommerons *Recherche clinique* ; *Recherche fondamentale-Biochimie* ; et *Recherche fondamentale-mixte*. La grappe de recherche clinique est visuellement la plus dominante. Outre les journaux portant sur le cancer au sens large du terme, elle est principalement composée de périodiques de diverses

²⁷ Les cartes présentes dans le texte sont réduites à une taille qui rend la lecture difficilement lisible. Des versions plus grandes des cartes d'intercitations sont incluses en annexe à la fin du mémoire.

spécialités du domaine de la recherche clinique, comme l'oncogynécologie et l'oncoradiologie. Cette grappe est dominée et structurée autour d'une seule revue : *Cancer*, un périodique prestigieux qui a été créé en 1948. Comme dans bien des cas, les politiques éditoriales de cette publication sont pratiquement introuvables dans les versions imprimées, mais nous apprenons sur le site Internet de la maison d'édition que le journal en question se présente en 2006 comme touchant à tout ce qui a trait à la recherche clinique (et uniquement clinique) sur le cancer²⁸.

La grappe nommée Recherche fondamentale-biochimie est essentiellement composée de journaux de recherche fondamentale sur le cancer et de journaux externes de biochimie. Comme dans le cas de la grappe de la recherche clinique, la différence entre la taille de la majorité des journaux et le périodique principal est frappante. Effectivement, cette grappe semble elle aussi dominée par un seul périodique, *Cancer Research*, créé également dans les années 40. Singulièrement, les politiques éditoriales²⁹ de ce périodique ne semblent en rien indiquer qu'il privilégie la publication d'articles de recherche fondamentale. En fait, sur le site Internet de la maison d'édition, on peut lire que le journal s'intéresse absolument à tout ce qui touche de près ou de loin à la recherche sur le cancer. Toutefois, sa position sur la carte indique bel et bien qu'on y publie principalement des articles de recherche fondamentale.

Ce n'est pas en consultant les politiques éditoriales, mais bien la littérature consacrée à la recherche sur le cancer que nous avons pu identifier les politiques éditoriales respectives des deux organismes responsables de la publication des deux périodiques les plus importants du champ, *Cancer* et *Cancer Research*. En effet, le *American Cancer Society* (ACS), fondé en 1945³⁰, est responsable de la publication de

²⁸ <http://ca.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-CNCR,descCd-description.html>

²⁹ Pour les politiques de publication contemporaines de ce périodique, voir <http://cancerres.aacrjournals.org/misc/fora.shtml>. Pour les plus anciennes, il n'y a qu'une simple phrase dans la section manuscrite du périodique nommée *Instructions to Authors* qui, malheureusement, ne fait état, elle non plus, d'aucune préférence.

³⁰ L'*American Cancer Society* est né de la réorganisation d'une société plutôt régionale, (New York) fondée en 1913, nommée *American Society for the Control of Cancer* (ASCC). Ce n'est toutefois qu'en 1945 que son budget a augmenté considérablement et que ses activités se sont réparties sur l'ensemble du territoire des États-Unis.

Cancer, tandis que l'*American Association for Cancer Research* (AARC), fondé en 1907, est responsable de la publication de *Cancer Research*. L'ACS s'est spécialisé dans la recherche clinique, alors que l'AARC s'est présenté dès sa création comme un organisme consacré à la recherche sur le cancer (clinique et fondamentale). Au fil des ans, les deux organismes se sont fait concurrence pour l'obtention d'importants fonds de recherche gouvernementaux ou privés; chacun obtenant sporadiquement des « victoires » sur l'autre³¹.

Il a été difficile d'identifier la troisième grappe de la carte 1980, celle que nous avons finalement nommée Recherche fondamentale-mixte. Cette grappe est principalement structurée autour de deux journaux de taille moyenne, le *Journal of the National Cancer Institute* et le *International Journal of Cancer*. En plus de ces deux journaux, la grappe est composée de périodiques aux sujets très variés, évidemment des journaux de recherche fondamentale sur le cancer. Toutefois, la présence de journaux d'immunologie, de virologie et la complète absence de journaux de biochimie est, selon nous, significative de sa nature. Y aurait-il deux recherches fondamentales différentes sur le cancer en 1980 ? Pour expliquer ce phénomène, nous devons placer la recherche fondamentale de cette année précise dans un contexte beaucoup plus ancien.

Avant de poursuivre, signalons que l'histoire de la recherche sur le cancer est parsemée de théories étiologiques différentes. Voyons brièvement les plus anciennes. Au début du siècle dernier, l'idée que le cancer soit transmis de façon héréditaire était fort populaire et répandue.³² Les travaux qui ont résulté des analyses guidées par cette

³¹ Pour l'AARC, voir Kruger, G. « The Formation of the American Society of Clinical Oncology and the Development of a Medical Speciality, 1964-1973 », *Perspectives in Biology and Medicine*, 47, 2004, p. 537-545.; pour l'ACS, voir Ross, Walter Sanford. *Crusade : The Official History of the American Cancer Society*, New York, Arbor House, 1987. ; et Eyre, H. J. « National Cancer Act 1971-1996 : National Cancer Institute/American Cancer Society Relationship », *Cancer*, 78, 1996, p. 2609-2610.

³² Les deux auteurs suivants attribuent la popularité de cette théorie au mouvement eugéniste. Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems in Classical Genetic and Virological Cancer Research, 1920-1978 », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 18, 1996, p. 3-54, *History and Philosophy of the Life Sciences*, 1996 p. 15-16; et Gaudillière, Jean-Paul. « Le cancer entre infection et hérédité : gènes, virus et souris au National Cancer Institute », *Revue d'histoire des sciences*, 47 (1), 1994, p. 58-87

préconception³³ n'ont pas eu de succès. En 1910, P. Rous (1879-1970), un jeune chercheur du *Rockefeller Institute*, a découvert un agent qui induit un type de tumeur précis chez la volaille. Cet agent a la particularité d'être filtrable, c'est-à-dire qu'il passe à travers d'un filtre qui retient toutes les cellules et toutes les bactéries³⁴. L'idée qu'il s'agisse d'un virus et que, par conséquent, le cancer soit peut-être une maladie virale est alors avancée, mais parce que les chercheurs ne parviennent pas à isoler ce virus, la théorie reste peu populaire, et cela, durant plusieurs décennies³⁵. J. A. Fujimura³⁶ prétend même que la découverte de Rous reste complètement ignorée. Entre 1920 et 1935, seulement trois scientifiques travaillent dans l'ombre sur la cancérogenèse virale,³⁷ mais voilà qu'au milieu des années 30, J. Bittner³⁸ fait la découverte d'une lignée de souris particulièrement prédisposée à un certain type de cancer, et ce n'est qu'au début des années 40, après de nombreuses analyses, qu'il s'aperçoit qu'un virus est la cause de l'état de ces souris. Il nomme ce virus le *Mouse Mammary Tumor Virus*.

Dans les années de l'après-guerre, et ce, jusqu'aux années 70, deux théories dominantes s'opposent dans le domaine de la recherche sur le cancer, la théorie virale, qui a réapparu suite aux découvertes de Bittner, et la théorie de la mutation somatique selon laquelle le cancer serait causé par le dérèglement des fonctions de la cellule³⁹. Il est bien important de ne pas confondre cette théorie avec la théorie moderne des oncogènes, qui

³³ Majoritairement des études d'arbres généalogiques et des études de transplantation de cellules cancéreuses d'un animal à un autre.

³⁴ Rous, Peyton. « A Transmissible Avian Neoplasm », dans *Experimental Medicine*, 12, 1910, p. 738-753.

³⁵ Nous avons résumé très rapidement les théories sur la cancérogenèse de 1900 à 1945. Pour une analyse plus détaillée, voir Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer : Is the New Oncogene Paradigm Revolutionary? », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 21 (3), 1999, p. 293-330; Fitzgerald, Patrick J. *From Demons and Evil Spirits to Cancer Genes: The Development of Concepts Concerning the Causes of Cancer and Carcinogenesis*, Washington, American Registry of Pathology, Armed Forces Institute of Pathology, 2000; Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems »; et Gaudillière, Jean-Paul. « Le cancer entre infection et hérédité ».

³⁶ J. Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems », p. 32.

³⁷ P. Rous, et deux virologues de nationalité britannique, W. E. Gye et J. E. Bernard. Les trois se surnomment d'ailleurs les trois mousquetaires de la carcinogenèse virale. Rous, Peyton. *Non-vidi*, cité par Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer », p. 308.

³⁸ Les travaux de J. Bittner ont été étudiés par Gaudillière, Jean-Paul. « Le cancer entre infection et hérédité » et Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems ».

³⁹ Loeb, Lawrence. « The Causes of Cancer », *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 23, 1947, p. 564-580.

attribue également le cancer à un dérèglement des fonctions cellulaires, mais contrôlé pas des gènes précis et relativement peu nombreux. Enfin, notons que les tenants de la théorie de la mutation somatique restent très vagues sur la nature et les causes du dérèglement de la cellule et ils croient qu'une large variété d'agresseurs peuvent causer des cancers (virus, produits cancérogènes, radiations, etc.⁴⁰). Toutefois, ils ne pensent pas qu'un de ces agresseurs soit nécessaire, ni qu'il soit l'unique cause du développement de la cellule cancéreuse.

Quant aux partisans de la théorie virale, visiblement minoritaires, ils croient que les virus qu'ils ont isolés et identifiés comme cancérogènes sont les causes directes de l'apparition des tumeurs qu'ils engendrent. À la suite de leurs observations, ils battissent une théorie selon laquelle les autres agents cancérogènes ont pour effet de réveiller un virus latent, présent dans l'organisme, et causer le cancer⁴¹. Bref, cette théorie s'oppose à la théorie de la mutation somatique, dont les partisans croient que les virus sont, tout au plus, des irritants, et que la cause réelle de la cancérogenèse ne pourrait être découverte qu'en étudiant la cellule, et non ses agresseurs, aussi cancérogènes soient-ils.

Selon les historiens de la recherche sur le cancer, cette dichotomie a été profonde⁴². Elle a conduit les deux clans à se livrer une réelle lutte scientifique entre 1945 et 1970⁴³ qui s'est atténuée dans les années suivantes. R. A. Weinberg⁴⁴, un des principaux artisans des grandes découvertes à venir, a affirmé que durant les années 70, plus personne ne croyait réellement que les virus causaient tous les types de cancer. Cependant, les divisions

⁴⁰ De nombreuses démonstrations scientifiques des effets cancérogènes de certains produits chimiques et des radiations s'effectuent à cette époque. Voir Fitzgerald, Patrick J. *From Demons and Evil Spirits to Cancer Genes*.

⁴¹ Rous, Peyton. « Nearer Causes of Cancer », dans *The Journal of the American Medical Association*, 1943.

⁴² Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer », p. 310-316; Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems »; et Morange, Michel. « The Discovery of Cellular Oncogenes », *History and Philosophy of Life and Science*, 15, 1993,

⁴³ Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer », p. 310-316, mentionne à plusieurs reprises que les deux clans s'ignoraient, et qu'il y avait même une réelle animosité entre les deux camps.

⁴⁴ Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell: How Cancer Begins*, chapitre I.

ont perduré. Les techniques, technologies et habitudes de recherches élaborées dans le cadre de chacune des théories ont abouti à deux approches difficilement conciliables : les héritiers de la théorie de la mutation somatique travaillaient sur la cellule avec des techniques et technologies inspirées de la biochimie alors que les héritiers de la théorie virale puisaient leur inspiration dans d'autres branches, telles que l'immunologie et la virologie⁴⁵.

En fait, l'accalmie de l'animosité des années 70 serait, selon Fujimura⁴⁶, attribuable aux grandes découvertes en génétique réalisées dans les années 60 à la suite desquelles l'idée d'une cause génétique des cancers « a flotté » dans l'esprit des chercheurs du domaine. Encore selon Weinberg⁴⁷, cette croyance commune aurait suffi à apaiser les esprits des deux clans : « *But one unifying thread did tie the two groups together. Both agreed that a small set of genes operating inside the cancer cell was capable of causing the cell and its descendants to grow without limits*⁴⁸. » Il est donc concevable que des chercheurs des deux camps aient employé des approches différentes pour atteindre le même objectif, mais ce sont ceux ayant travaillé sur les virus avec de nouvelles technologies d'analyse génétique qui ont contribué le plus à dissiper l'énigme de la cancérogenèse. En effet, les travaux de la fin des années 70 de H. Varmus et J. M. Bishop ont démontré que la partie génomique du virus de Rous qui est directement responsable de l'apparition de la maladie est en réalité un gène « normal » de volaille, qui avait été « kidnappé » par le virus, et non une partie intégrante de sa physiologie naturelle. C'est donc les virus qui ont ouvert une porte vers les gènes oncogéniques⁴⁹.

⁴⁵ Fujimura, Joan H. *Crafting Science: A Sociohistory of the Quest for the Genetics of Cancer*, Cambridge, Harvard University Press, 1996. Chapitre 1 et 2

⁴⁶ Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems ».

⁴⁷ Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell: How Cancer Begins*, chapitre 1.

⁴⁸ Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell: How Cancer Begins*, p. 28.

⁴⁹ Les travaux de Bishop sont bien examinés notamment par Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell: How Cancer Begins* et par Angier, Natalie. *Les gènes du cancer*, Paris, Plon, 1989; Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell : How Cancer Begins*, New York, Basic Books, 1998

Un débat existe dans l'historiographie au sujet de la date de diffusion, à l'ensemble du champ scientifique, de la théorie des oncogènes. Fujimura⁵⁰ prétend que cette théorie s'est instaurée vers la fin des années 70 et que c'est durant cette période que l'ensemble du champ s'est converti à la nouvelle théorie et aux nouveaux outils technologiques qu'elle impose. Par contre, T. Van Helvoort⁵¹ et M. Morange⁵² la situent entre 1982 et 1985, soit après les publications de R. A. Weinberg⁵³ et de son équipe, traitant de l'isolement physique du premier oncogène humain qu'ils ont effectué avec une technique nommée la transfection, empruntée à la génétique.

La question qui nous intéresse en ce moment et à laquelle la carte que nous venons de présenter pourrait répondre est la suivante: la théorie des oncogènes était-elle déjà installée en 1980 ? La carte de 1980 nous montre deux grappes de recherche fondamentale : une, qui contient bon nombre de journaux de biochimie, et une autre, celle où les journaux de virologie se trouvent, qui n'en contient aucun. Cependant, les deux structures ont des liens significatifs. Elles sont donc distinctes, mais pas complètement isolées l'une de l'autre. Que doit-on en conclure ? Les deux grappes représenteraient-elles les tenants les deux théories des années 70 ? Bien entendu, aucune politique éditorial des journaux sur le cancer n'affirme ouvertement privilégier l'une ou l'autre de ces théories; il faut donc nous rabattre sur les constatations faites précédemment. En effet, la dynamique entre les deux grappes de recherche fondamentale de 1980 correspond tout à fait à la situation que nous avons décrite dans les paragraphes précédents. Les deux grappes représenteraient bel et bien les deux approches rivales. Le rapprochement ou l'accalmie dans les « hostilités » de la fin des années 70 se traduirait par les liens relativement nombreux reliant les deux entités. Le paradigme des oncogènes ne se serait donc pas instauré avant 1980 comme le prétend Fujimura⁵⁴. Autre élément majeur pour soutenir l'attribution des deux grappes de recherches fondamentales de 1980 aux approches des

⁵⁰ Fujimura, Joan H. *Crafting Science*.

⁵¹ Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer ».

⁵² Morange, Michel. « The Discovery of Cellular Oncogenes ».

⁵³ Angier, Natalie. *Les gènes du cancer*.

⁵⁴ Fujimura, Joan H. *Crafting Science*.

paradigmes précédents : la carte de 1985, où, comme nous le verrons, la recherche fondamentale apparaît comme une seule entité.

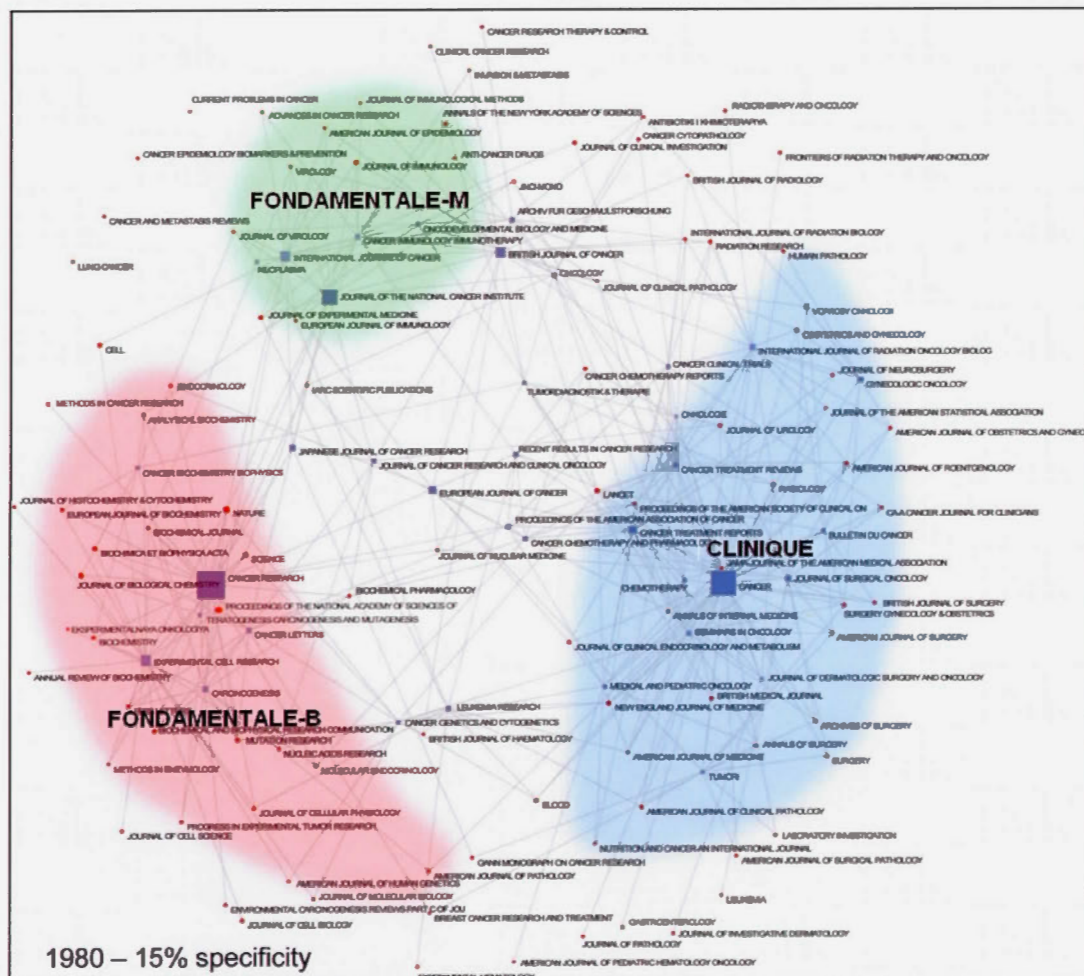


Figure 5 : Carte des inter citations entre les périodiques de 1980

3.2.2 Analyse de la carte 1985

Un coup d'oeil rapide sur la carte de 1985 nous permet de constater que seuls deux ensembles sont visibles, un de recherche fondamentale et un de recherche clinique. Au niveau des acteurs présents sur les cartes, les deux journaux dominants sont les mêmes que

sur la carte précédente, et l'écart entre leur taille et celle des journaux moyens est également similaire. Nous avons espoir que cette carte nous permette d'apporter des éléments utiles à un débat dans l'historiographie concernant l'avènement de la théorie des oncogènes, M. Morange⁵⁵ et T. Van Helvoort⁵⁶ ne s'entendant pas sur la nature de la transition entre la nouvelle théorie et les deux précédentes. Morange prétend que la nouvelle théorie a complètement et rapidement remplacé les précédentes alors que Van Hervoort soutient que la nouvelle les a plutôt incorporées. Pour confirmer la thèse de Morange, nous aurions dû constater une réorganisation totale de la ou des grappes de recherche fondamentale de 1985 ; et pour confirmer celle de Van Hervolt, il aurait fallu pouvoir observer en 1985 une soudure ou un rapprochement clair et évident entre les deux grappes de recherche fondamentale de 1980. Hélas, la carte ne nous montre ni l'une ni l'autre. Il y a bien une importante réorganisation entre les deux grappes de recherche fondamentale de 1980 et la grappe de recherche fondamentale de 1985. Par exemple, certains journaux de biochimie se retrouvent dans le haut de la grappe de 1985, là où les journaux dominants de la grappe fondamentale-mixte de 1980 se situent, mais il n'y a rien là pour confirmer, selon nous, la thèse de Morange. Sans la cartographie des années 1981 à 1984, nous doutons que nos cartes permettent de trancher définitivement le débat⁵⁷.

Une autre observation frappante sur la carte de 1985 est la consolidation des liens et l'augmentation du nombre de journaux par rapport à la carte précédente. Ce phénomène peut selon nous s'expliquer par la combinaison de trois facteurs : premièrement, comme D. De Solla Price l'a bien démontré il y a plusieurs années, le nombre de publications scientifiques dans une discipline ou dans la science en général a tendance à s'accroître constamment, ce qui est par ailleurs visible sur toutes les cartes. Il est donc normal, dans cette optique, qu'il y ait plus de journaux et de publications sur la carte de 1985 que sur

⁵⁵ Morange, Michel. « The Discovery of Cellular Oncogenes ».

⁵⁶ Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer ».

⁵⁷ Nous croyons néanmoins que Morange a raison à cet égard, compte tenu de l'étude de notre ancienne collègue, A. J. Houle, qui s'est intéressée à l'évolution de l'institut de cancer de Montréal et a observé qu'entre 1980 et 1985, les chercheurs travaillant sur la cellule avec une approche biochimique classique ont été littéralement renvoyés et remplacés par des chercheurs travaillant avec de nouvelles approches génétiques ou immunologiques. Voir Houle, Anne-Julie. *La transformation de la recherche biomédicale*.

celle de 1980⁵⁸. Deuxièmement, entre 1981 et 1985, il y a une remontée importante du niveau d'investissement dans le domaine de la recherche biomédicale par le biais de subventions au *National Institutes of Health* des États-Unis⁵⁹. Troisièmement, et cela constitue l'élément majeur, selon nous, un artefact dû à notre méthodologie scientométrique accentue le contraste mentionné entre les deux cartes. En effet, nous avons bâti notre liste de périodiques spécialisés de manière qu'elle soit représentative des années 1980 à 2000. Par conséquent, le corpus littéraire propre à la période de 1975-1980 est non associé dans nos données comme l'était celui du cancer et donc non affiché sur nos cartes. Par exemple, certains journaux sur le cancer ayant disparu durant les années 1970 n'y sont pas affichés. Aussi, les journaux externes que nous avons considérés dans la formation des cartes sont ceux les plus cités par les journaux internes de la période 1980 à 2000. Donc, certains journaux externes, très utilisés par les chercheurs sur le cancer durant les années 70, mais peu durant les deux décennies suivantes, n'ont pas obtenu le nombre critique de citations nécessaire pour être affichés sur les cartes, même s'ils l'obtenaient probablement pour la carte de 1980 prise séparément. Nous avons identifié et quantifié ce phénomène de sous-représentation du corpus littéraire des années 70 qui affecte le début des années 80. Nous y reviendrons dans le chapitre suivant, mais pour l'instant, notons que nous avons pu retracer en moyenne vingt-cinq à trente pour cent moins de citations pour la période 1980-1984 que pour les groupes des années suivantes.

⁵⁸ Price, Derek J. de Solla. *Little Science, Big Science*, New York, Colombia University Press, 1963.

⁵⁹ Loscalzo, Joseph, « The NIH Budget and the Future of Biomedical Research » *New England Journal of Medicine*, 354, 2006 p. 1665-1667.

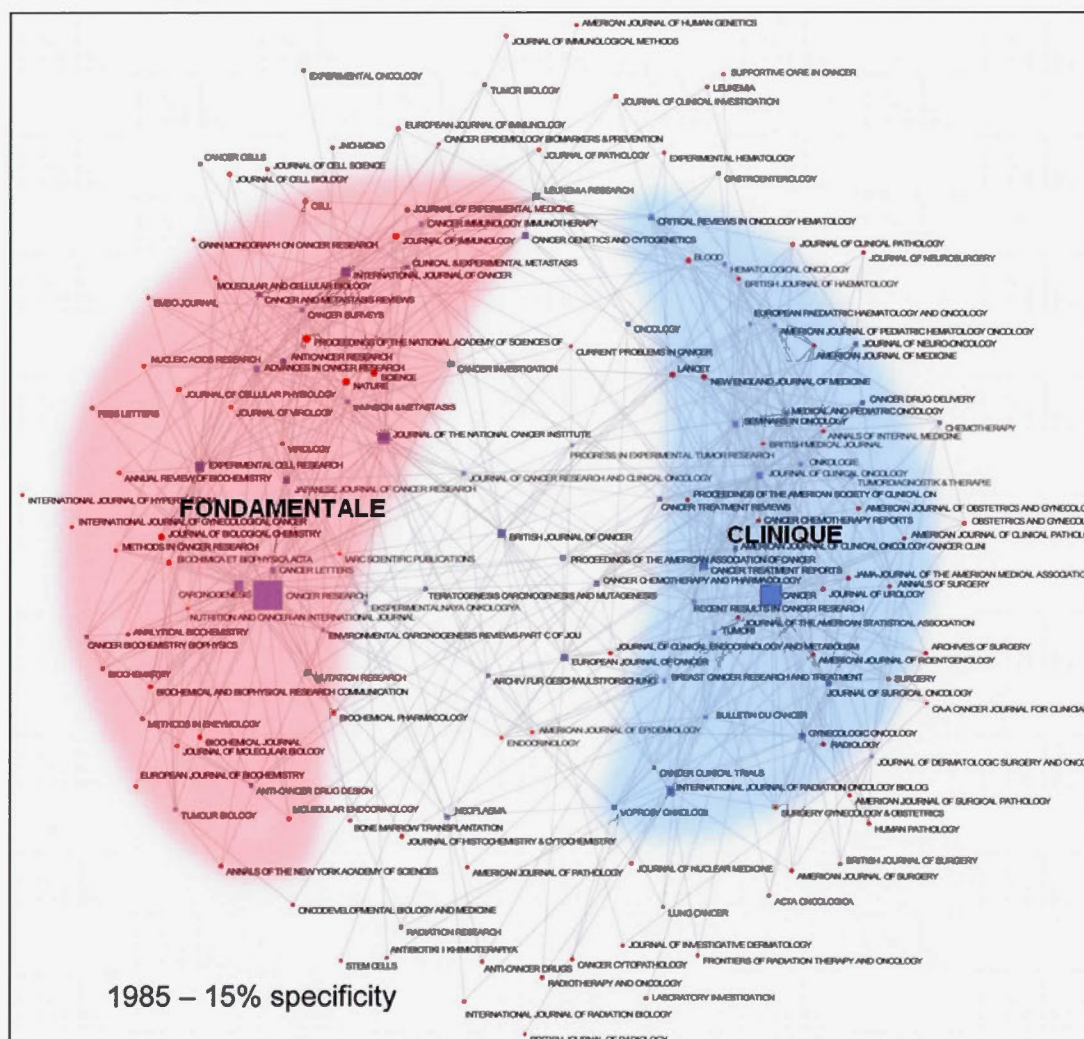


Figure 6 : Carte des intercitations entre les périodiques de 1985

3.2.3 Analyse de la carte 1990

Une augmentation du nombre de journaux est visible entre la carte de 1985 et celle de 1990. Cependant, cet accroissement n'est plus le reflet de l'artefact décrit précédemment, mais bien, comme dans le cas de toutes les prochaines cartes, le résultat de la croissance de ce champ scientifique. Nous voyons aussi un changement important : la diminution de l'écart entre la taille des journaux les plus grands et ceux de taille moyenne.

Alors que *Cancer Research* a maintenu son statut dominant dans la recherche fondamentale, le périodique *Cancer* a perdu de son importance dans la recherche clinique au profit d'une multitude de journaux de taille moyenne. Notons que parmi ces journaux de taille moyenne, qui prennent beaucoup d'importance, deux n'existaient même pas en 1980. Du côté de la recherche clinique, le *Journal of Clinical Oncology*⁶⁰, créé en 1983, a alors commencé une fulgurante ascension qui a fait de lui, en 2000, un des leaders de la recherche clinique. Dans le domaine de la recherche fondamentale, le journal *Oncogene*, créé en 1987, prend un rôle important alors qu'il vient à peine de naître. Ce phénomène est révélateur de l'importance qu'acquerront la biologie moléculaire et l'approche génomique dans la recherche fondamentale sur le cancer durant les dernières années du siècle. D'ailleurs, sur la carte, bon nombre de journaux de génétique moléculaire font leur apparition et semblent même se regrouper en une petite grappe autour du périodique *Oncogene*.

⁶⁰ Le *Journal of Clinical Oncology* est le périodique officiel d'une importante association médicale sur l'oncologie, nommée ASCO. Elle compte plus de 25 000 membres. Pour plus d'informations sur l'histoire de l'ASCO, voir Kruger, G. « The Formation of the American Society of Clinical Oncology and the Development of a Medical Speciality, 1964-1973 ».

distincte, un groupe de journaux s'amoncelle en plein centre de la carte. Certains d'entre eux expriment clairement, dans leurs politiques éditoriales, leur ambition de servir de lien ou de pont entre la recherche clinique et la recherche fondamentale, comme le *British Journal of Cancer*:

« Owned by Cancer Research UK, BJC reflects the aims of the charity - seeking understanding of the causes, prevention and treatment of cancer for the benefit of all, especially patients in the clinic. From its first issue, more than fifty years ago, the journal's mission has been to encourage communication of the very best cancer research from laboratories and clinics in all countries⁶¹. »

Assistons-nous, avec cet amoncellement de journaux, à la création d'une entité distincte servant de lien et facilitant la communication entre les différents autres secteurs? Voyons ce qu'il en est en 2000.

⁶¹ <http://science.cancerresearchuk.org/hln/bjc?version=2>.

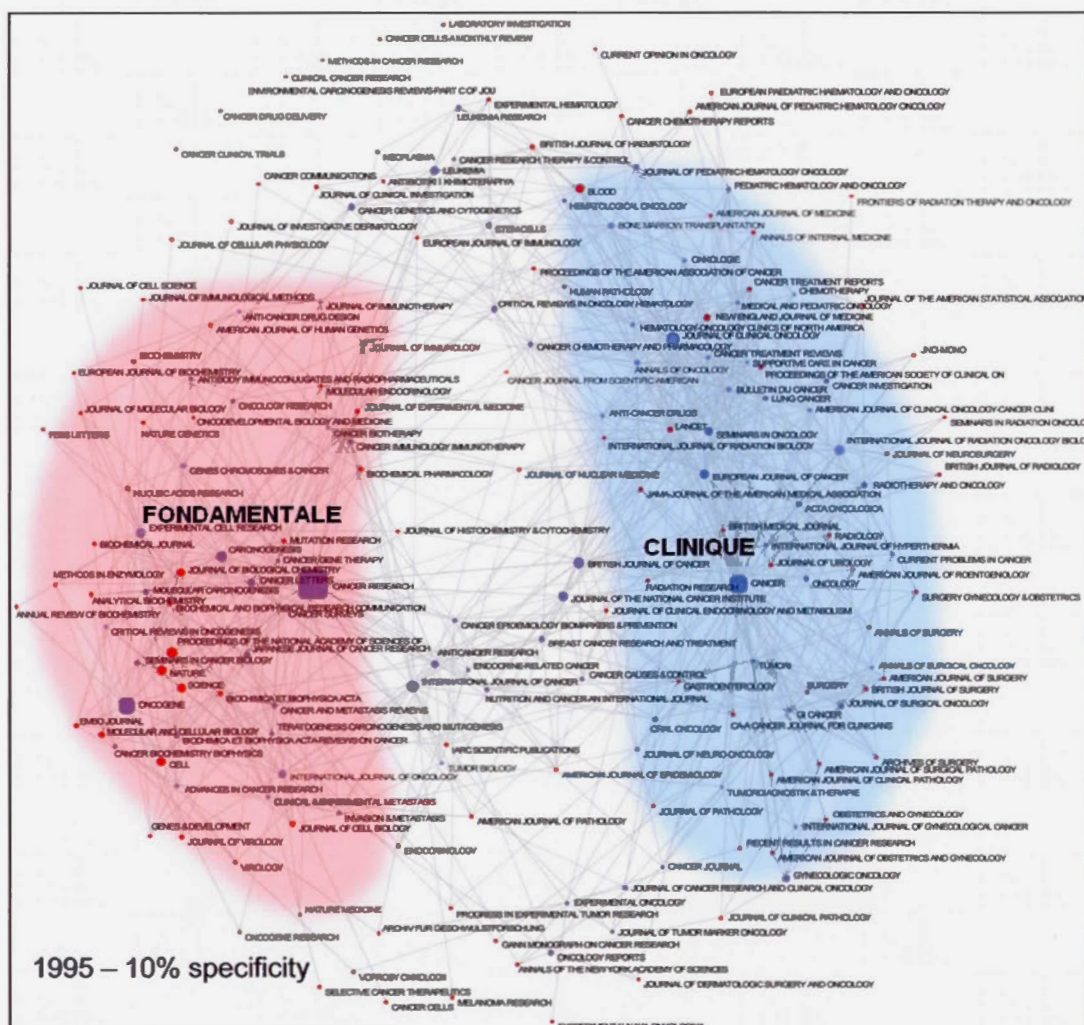


Figure 8, Carte des inter citations entre les périodiques de 1995

3.2.5 Analyse de la carte 2000

Avant de procéder à l'analyse des grappes présentes sur la carte 2000, examinons l'évolution des journaux. Première constatation : l'écart entre la taille des journaux dominants et celle des journaux moyens se trouve encore diminué. Autrement dit, en s'accroissant, et ce, sur une période de vingt ans, la littérature du domaine de la recherche sur le cancer, qui était auparavant structurée autour de deux journaux dominants, se tourne

graduellement vers de nouveaux acteurs. On constate que le périodique de recherche clinique dominant en 1980, *Cancer*, a progressivement perdu de son importance relative au profit du *Journal of Clinical Oncology* et du périodique spécialisé en radiothérapie, *International Journal of Radiation Oncology, Biology and Biophysics*. Un phénomène évolutif différent est visible au niveau de la recherche fondamentale : le journal *Cancer Research* ne semble ni avoir perdu de son importance, ni en avoir gagné. Il se maintient simplement au sommet. Autour de lui, d'autres journaux, dont le principal est *Oncogene*, ont acquis de l'importance. À ce point de notre analyse, nous nous permettrons d'émettre brièvement une hypothèse «simpliste» pour expliquer le phénomène de la non-croissance de l'importance des journaux dominants. Outre le processus de spécialisation sur lequel nous ne nous attarderons pas, lorsque la littérature d'un domaine croît, les journaux principaux d'une spécialité ne peuvent augmenter sans limites le nombre d'articles qu'ils publient à chaque année. Donc, sans vouloir se spécialiser, ils deviennent par défaut plus sélectifs, ce qui fait que des travaux de qualité se retrouvent disponibles pour d'autres périodiques.

Phénomène nouveau : la grappe de recherche fondamentale semble plus diffuse et moins dense que sur les cartes précédentes. Bien que cette constatation soit subjective, elle est intrigante. Pour expliquer ce phénomène, regardons le nombre élevé et la taille des journaux externes présents dans cette grappe. Une observation diachronique minutieuse des cartes révèle que les journaux externes sont de plus en plus importants dans la recherche fondamentale, beaucoup plus que dans la recherche clinique. L'importance, pour cette grappe, des articles publiés dans des périodiques non spécialisés dans le cancer (par exemple des périodiques de génétique ou de biologie moléculaire) a constamment augmenté au cours de notre période d'étude. Avec les années, la recherche fondamentale sur le cancer s'est donc trouvée de plus en plus publiée dans des journaux externes. Comme nous l'avons expliqué pour la carte de 1980, notre liste de journaux externes a été établie à partir des citations de l'ensemble de la période étudiée. Donc, certains d'entre eux auraient pu obtenir suffisamment de citations pour être affichés sur certaines cartes prises individuellement, mais ne le sont pas. De très nombreux petits journaux externes

pourraient donc possiblement se retrouver dans la grappe fondamentale de la carte de 2000, ce qui expliquerait le phénomène de diffusion que nous venons de constater.

Sur la carte 2000, nous voyons apparaître en plein centre un nouvel amoncellement de journaux suffisamment dense et distinct⁶² pour être qualifié de grappe. Sa situation sur la carte est significative de son comportement, car sa position spécifiquement entre deux grappes crée une sorte de pont entre elles. S'il s'agit bien là d'un pont, ce dont il a toutes les apparences, il devrait améliorer les interactions entre les deux types de recherche. Rappelons que, sporadiquement, comme mentionné dans le chapitre I, des efforts sont mis en œuvre par les autorités biomédicales et par les organismes subventionnaires pour améliorer concrètement les relations entre la recherche clinique et la recherche fondamentale. Les programmes de recherche résultant de ces efforts ont été qualifiés de recherche translationnelle, un phénomène qui a été étudié par plusieurs historiens ou sociologues du monde biomédical⁶³.

Selon les affirmations de M. Parascandola, le terme *recherche translationnelle* est à la « mode » ces dernières années malgré le fait qu'il ne possède pas de définition précise. Officiellement, il désignerait toute recherche qui a pour objectif d'amener des découvertes du laboratoire aux patients dans les hôpitaux, mais cette définition inclurait la quasi-totalité de la recherche biomédicale⁶⁴. Par ailleurs, les administrateurs de la recherche médicale s'étaient, depuis les années 20, aperçus qu'il ne suffisait pas que la recherche

⁶² Il faut analyser avec attention cette grappe pour se rendre compte de son détachement de celle de la recherche clinique. De très nombreux liens et les caractères du nom des périodiques donnent l'impression que la grappe-pont est attachée à la grappe clinique, ce qui n'est pas le cas.

⁶³ Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies », *Research Practitioner*, 4 (3), 2003, p. 94-102; Pollak, M. « Peptide Growth Factors and Breast Cancer Treatment: Recent Translational Research », *Recent Results Cancer Research*, 140, 1996, p. 43-49; Coleman, Normand C. et collab. « Current Scientific Issues Related to Clinical Radiation Oncology », *Radiation Research*, 150, 1998 p. 134-147; Chabner, B.A et collab. « Translational Research: Walking the Bridge between Idea and Cure-Seventeenth Bruce F. Cain Memorial Award Lecture », *Cancer Research*, 58, 1998, p. 4211- 4216; Cambrosio, Alberto et collab. « Mapping the Emergence and Development of Translational Cancer Research », à paraître dans *European Journal of Cancer*; et Löwy, Ilana. *Between Bench and Bedside : Science, Healing, and Interleukin-2 in a Cancer Ward*, Cambridge, Harvard University Press, 1996.

⁶⁴ Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies ».

fondamentale acquière de nouvelles connaissances pour que le processus de transformation de ces acquisitions en applications cliniques soit enclenché. Comme nous le mentionne Christian Bréchet, directeur d'un institut de recherche médical, l'INSERM, un certain travail restait à faire:

Nous avons dans nos laboratoires [...] des trésors en termes de nouvelles cibles[et] de nouvelles molécules. Notre difficulté est de les amener à un niveau qui soit présentable à un partenaire industriel pour qu'il y ait prise de risque. [...] Cette phase intermédiaire de dix-huit à vingt-quatre mois où, sur projet, on peut stimuler de façon plus rapide la présentation, la mise en forme, est sûrement une grande faiblesse de notre recherche publique et de sa relation avec le privé⁶⁵. »

Parascandola identifie trois grandes périodes ou vagues de recherche translationnelle au cours du siècle dernier. La première a eu lieu immédiatement après la Première Guerre mondiale et la seconde a débuté au cours des années 50. C'est alors que commencent les initiatives et efforts du National Institutes of Health U.S.A. (NIH) du début des années 1950 pour engager des scientifiques dans le but précis et avoué de les faire travailler en relation physique très étroite avec le monde hospitalier⁶⁶. La dernière phase débute autour de la fin des années 90⁶⁷. L'apparition du pont entre la recherche clinique et la recherche fondamentale sur la carte de 2000 serait-elle le reflet frappant de cette dernière vague?

Bien que les historiens et sociologues ayant étudié la question de ce type de recherche s'entendent en général sur son existence et sa pertinence, il n'y a pas pour autant de consensus sur sa nature. La recherche translationnelle est-elle bidirectionnelle? En d'autres mots, sert-elle uniquement à transiter des découvertes de laboratoire vers la clinique, (fonction qui lui est principalement attribuée) ou améliore-t-elle aussi la

⁶⁵ Christian Bréchet, cité par Anonyme, « La recherche translationnelle dans tout ces états », *Paris développement, De la molécule au médicament*, 6, oct 2005 (citation provenant d'une commission parlementaire).

⁶⁶ Park, Buhm Soon. « The Development of the Intramural Research Program at the National Institutes of Health after World War II », *Perspectives in Biology and Medicine*, 46 (3), p. 383-402.

⁶⁷ Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies ».

transition du savoir de la clinique vers le laboratoire ⁶⁸ ? Autre point discuté à son sujet : la recherche translationnelle est-elle une entité distincte, (M.Pollak ⁶⁹ affirme qu'elle pourrait et devrait même l'être) ou est-elle simplement répartie dans des sous-secteurs d'autres entités ?

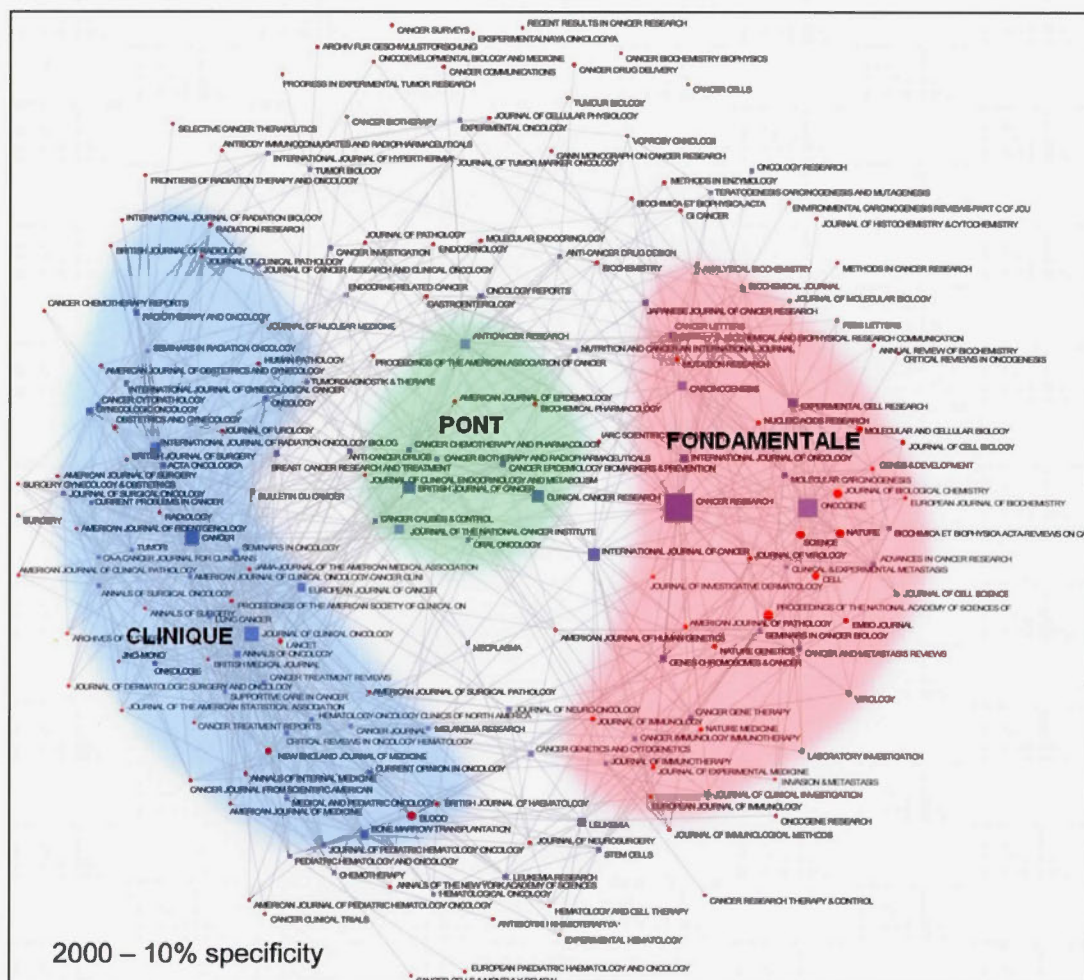


Figure 9 : Carte des inter citations entre les périodiques de 2000

⁶⁸ B.A. Chabner et ses collaborateurs croient que la recherche translationnelle n'est qu'exceptionnellement bidirectionnelle alors que Pollak et Coleman croient le contraire. Pollak, M. « Peptide Growth Factors and Breast Cancer Treatment: Recent Translational Research », Coleman, Normand C. et collab. « Current Scientific Issues Related to Clinical Radiation Oncology »; et Chabner, B.A et collab. « Translational Research: Walking the Bridge Between Idea and Cure ».

⁶⁹ Pollak, M. « Peptide Growth Factors and Breast Cancer Treatment: Recent Translational Research ».

À ce point, nous sommes prêts à poser plusieurs questions liées à notre problématique principale. Nous prévoyons trouver des éléments de réponse à nos questions grâce aux traitements des données exposées dans le chapitre suivant. Devrions-nous associer la grappe-pont de 2000 à ce phénomène de recherche translationnelle ou bien son statut de grappe est-il simplement le résultat de la croissance et de la spécialisation de la littérature d'un type de recherche déjà présent en 1980 ? Le pont que nous venons de visualiser augmente-t-il réellement les relations entre les autres grappes ? Est-il bidirectionnel ? En gros, dans le prochain chapitre, nous examinerons le mode de fonctionnement du pont en quantifiant les citations entre les différents ensembles présents dans ce champ de recherche.

CHAPITRE IV

QUANTIFICATION DES RELATIONS ENTRE LES TYPES DE RECHERCHES

L'analyse de l'évolution du champ « cancer » à l'aide de la cartographie des inter citations de périodiques nous a permis d'observer les changements qui ont affecté, de 1980 à 2000, la division entre les recherches clinique et fondamentale inhérente au monde de la recherche médicale. Également, les cartes ont révélé l'existence de ce qui semble être un pont entre ces deux types de recherche. Dans ce chapitre, nous quantifierons à l'aide des citations les relations entre ces différents ensembles. Pour ce faire, nous présenterons tout d'abord la classification des périodiques que nous avons utilisée pour représenter les grappes et les types des recherches. Par la suite, il nous faudra décrire la méthodologie suivie et ensuite nous examinerons l'échange des citations entre les différents ensembles.

4.1 LA CLASSIFICATION DES PÉRIODIQUES PAR NIVEAU DE RECHERCHE

Après avoir produit les premières cartes d'inter citations, nous avons immédiatement pensé quantifier les relations entre les grappes en examinant le pourcentage de citations allant de l'une à l'autre. Notre première idée a été de définir les ensembles nécessaires pour la procédure à partir des grappes visibles sur les cartes d'inter citations du chapitre précédent. Cette méthode pose un problème dans la mesure où l'on peut définir les limites d'une grappe de plusieurs façons : doit-on y inclure les journaux en périphérie ou seulement ceux au cœur des grappes ? Comment s'assurer de l'uniformité des critères de définition des grappes d'une année à l'autre ? Pour résoudre ces problèmes, nous avons décidé d'utiliser une classification des périodiques par niveau de recherche.

De nombreuses classifications de ce type existent et elles sont toutes établies de façon relativement similaire : des scientomètres attribuent un niveau de recherche à certains mots clés ou groupe de mots présents dans la littérature concernée (soit les mots faisant partie des titres, soit des résumés, soit les mots clés, ou bien des combinaisons variables de ces éléments)¹. Ensuite, un logiciel d'analyse de texte calcule l'occurrence de ces mots pour établir lesquels sont les plus fréquemment employés et attribue un niveau de recherche au périodique en fonction du résultat de ce calcul. En général, dans ces types de classification, les niveaux de recherche sont exprimés par un nombre, et, par convention, plus ce nombre est bas, plus il est associé à la recherche appliquée (dans notre cas, la recherche clinique) ; en revanche, plus il est haut, plus il désigne la recherche fondamentale. Dans ce chapitre, nous n'utiliserons pas la plus connue de ces classifications, celle du *Computer Horizons Incorporated* (CHI), qui couvre l'ensemble du monde scientifique² car nous avons eu la chance d'avoir accès à une classification beaucoup plus appropriée, qui est dédiée au monde biomédical. En effet, dès le début du processus d'attribution des niveaux de recherche à chacun des périodiques internes, nous avons constaté à quel point cette nouvelle classification était plus adaptée à nos besoins par rapport à celle du CHI.

La catégorisation que nous utiliserons a été développée par G. Lewison³. Comme mentionné précédemment, elle est réservée aux journaux biomédicaux et scientifiques qui publient des articles portant sur la biomédecine. Elle a la particularité d'être réactualisée aux cinq ans et exprime les niveaux de recherche par des chiffres de un à quatre, avec deux décimales. Après avoir séparé ces valeurs numériques en quatre catégories, nous leur avons associé des couleurs comme suit: le bleu pour les niveaux de recherche de 1 à 1,49, le vert pour ceux de 1,5 à 2,49, l'orange pour ceux de 2,5 à 3,49 et le rouge pour ceux de

¹voir <http://www.sussex.ac.uk/Users/sylvank/pubs/ClassInterdiscJournals.pdf>

² La classification du CHI est critiquée. Voir, entre autres, Larsen, Maria Theresa. « Does Industrial Relevance in Public Science Come at the Expense of Basic Research? Exploring Tradeoffs in University Research », Peter Ingwersen and Birger Larsen (Eds., *Proceedings of ISSI 2005: 10th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, Stockholm, Karolinska University Press; et Lewison, Grant et collab. « The Classification of Biomedical Journals by Research Level », *Scientometrics*, 60 (2), 2004, p. 145-157.

³ Lewison, Grant et collab. « The Classification of Biomedical Journals by Research Level ».

3,5 à 4. À la suite de cette procédure, nous avons simplement étiqueté les différents ensembles du nom de leur couleur : le bleu portera le nom de niveau de recherche « clinique bleu », le vert, « clinique vert », le orange « fondamental orange » et le rouge « fondamental rouge ». Comme on peut le remarquer, les quatre niveaux ne sont pas répartis de manière uniforme : les deux catégories des extrémités, soit le bleu et le rouge, sont représentées seulement par une tranche de 0,5 alors que celle des deux autres est deux fois plus grande. Ce découpage peut paraître biaisé, mais la répartition des valeurs de recherche est elle-même inégale parmi les journaux sur le cancer. Par exemple, il y a beaucoup plus de journaux ayant un niveau de recherche entre 1 et 1,5 qu'il n'y en a entre 1,5 et 2,5. Le découpage que nous avons utilisé traduit simplement mieux la distribution « naturelle » des périodiques dans notre champ « cancer ». Également, nous avons essayé d'autres découpages qui n'ont présenté aucune différence significative, à l'exception d'une légère diminution du nombre de périodiques dans les deux niveaux intermédiaires. Mais principalement, il faut comprendre que le découpage visé est celui qui représentera le plus adéquatement possible les entités présentes sur les cartes d'intercitations. Nous voulons quantifier les relations entre ces entités et non effectuer une étude statistique de la distribution des types de recherche dans un champ scientifique donné.

L'étape suivante a été d'appliquer aux périodiques de l'une de nos cartes les couleurs représentant les niveaux de recherche, dans le but d'effectuer une vérification réciproque des deux éléments, soit la catégorisation et la cartographie. En observant la carte témoin de 2000, que nous vous présentons en figure 10, nous constatons que les deux procédés se complètent. À l'exception de quelques petits journaux en périphérie du schéma, les couleurs sont généralement concentrées dans des grappes précises, ce qui est exactement ce que nous recherchions. Cela nous permettra de considérer les couleurs comme étant suffisamment représentatives des grappes pour associer leur comportement mutuel dans nos analyses futures. Par exemple, notre pont est quasi exclusivement vert et les journaux principaux de cette couleur se retrouvent presque tous dans le pont. Nous allons donc pouvoir considérer les citations des journaux verts comme étant représentatives de celles du pont. Le tout étant conforme à nos prévisions, nous pouvons commencer notre procédure.

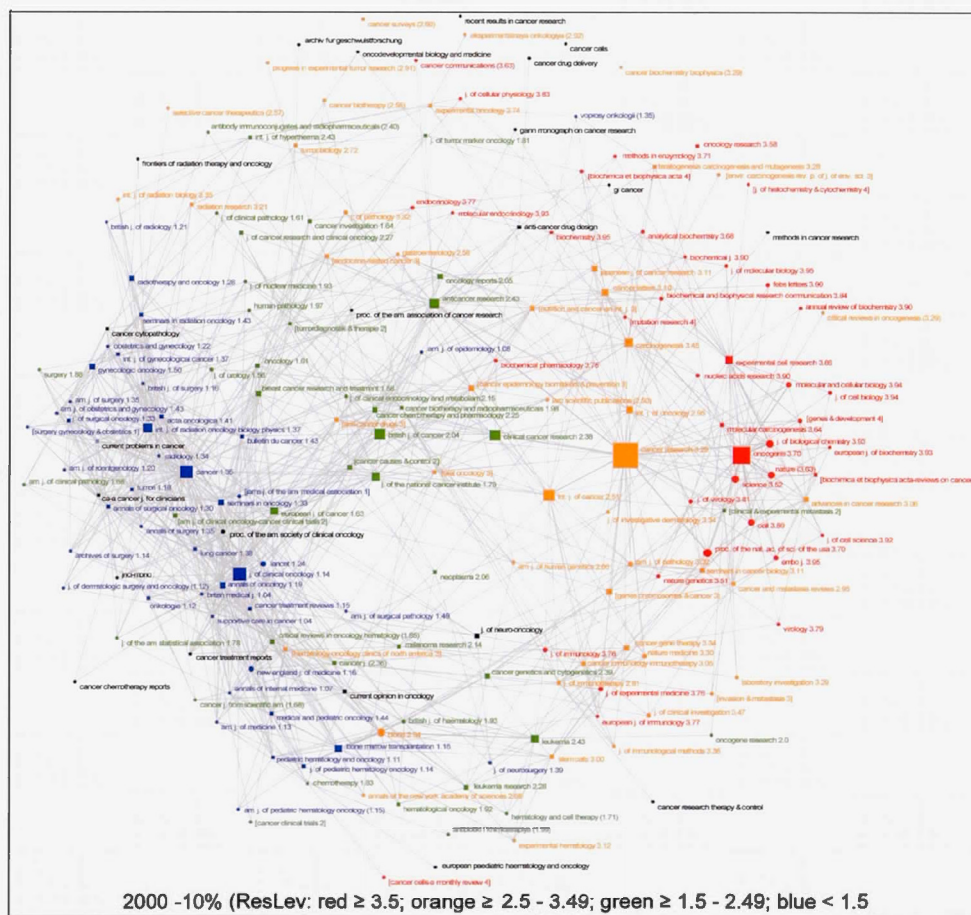


Figure 10 : La catégorisation par niveau de recherche appliquée à la carte 2000

4.2 MÉTHODOLOGIE

Plusieurs tentatives ont été nécessaires avant d'aboutir à une méthode qui réponde à nos objectifs. Par exemple, nous avons commencé par examiner le pourcentage des citations allant de tous les journaux internes d'un niveau de recherche aux journaux internes d'un autre niveau de recherche. Cette procédure n'était pas valide parce que, dans le cas des journaux spécialisés dans le cancer, les différents ensembles se développent à des rythmes très différents. Comme nous le montre la figure 11, le nombre d'articles présents dans les périodiques verts augmente plus vite que celui dans les autres catégories.

Ainsi que mentionné dans le chapitre précédent, nous avons des raisons de croire que les articles de recherche fondamentale sont de plus en plus publiés dans des journaux externes, ce qui expliquerait la diminution du nombre d'articles de cette catégorie sur la figure 11. Par conséquent, si les ensembles croissent à des vitesses très variables, il est probable que celui qui grandit le plus vite obtiendra progressivement un plus grand pourcentage de citations de la part des autres et vice-versa. Ce type d'augmentation est-il celui que nous cherchons à quantifier? Rappelons que notre objectif est de savoir si, proportionnellement, certains ensembles sont de plus en plus utiles les uns aux autres. Dans le cas de notre première tentative, pour rendre le tout proportionnel, il aurait fallu pondérer chacun des niveaux de recherche par le nombre d'articles qui y sont présents, avec des procédures statistiques trop complexes dans le cadre de cette étude.

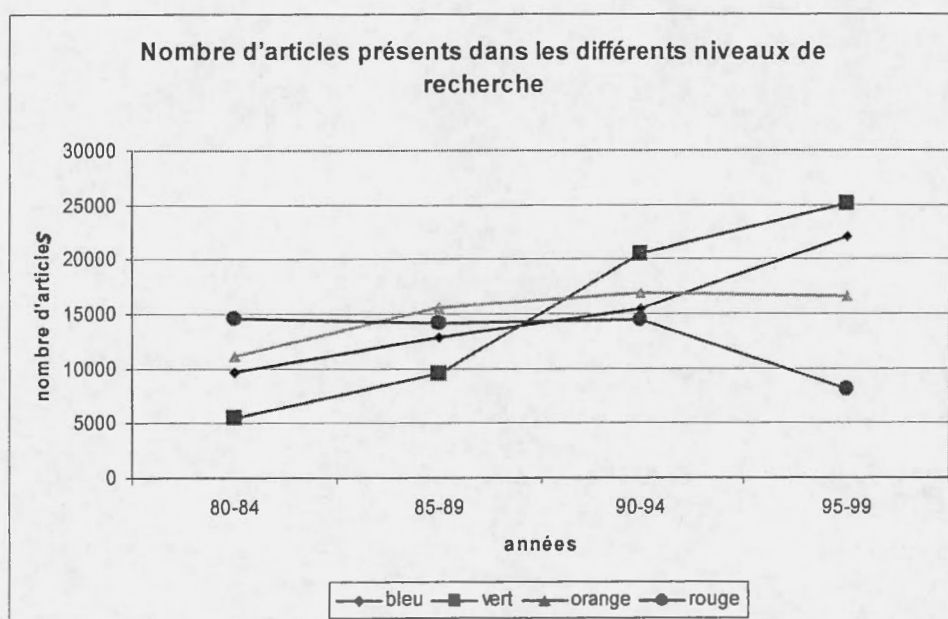


Figure 11 : Nombre d'articles présents dans les différents niveaux de recherche

Nous avons décidé de changer la procédure plutôt que d'effectuer les pondérations mentionnées au paragraphe précédent. Ainsi, au lieu d'examiner le pourcentage de citations allant des journaux internes d'une catégorie aux autres journaux internes, nous avons décidé d'étudier le pourcentage de citations allant des journaux internes d'un niveau

de recherche à l'ensemble des journaux biomédicaux d'un autre niveau de recherche. Considérer l'ensemble du monde biomédical permet d'atténuer grandement les variations dans la croissance des catégories. Il est fort probable qu'elles soient présentes, mais, sur de très grands ensembles, elles sont généralement réduites et ne fausseront donc pas les résultats. Autre point à souligner concernant ce changement de procédure : le fait de prendre la totalité des journaux biomédicaux permet de saisir l'ensemble des articles sur le cancer et non seulement ceux publiés dans les journaux internes, ce qui règle le problème de la sous-croissance de la recherche fondamentale dont nous avons fait mention précédemment. Ce phénomène qui, à première vue, accroît la validité de l'approche, présente malheureusement un inconvénient : un nombre difficilement déterminable de citations utilisées dans nos calculs iront à des articles qui ne concernent pas le cancer, et qui ne peuvent donc pas nécessairement être associées aux grappes que nous avons identifiées dans le chapitre précédent.

Pour que notre procédure soit valide, il a fallu attribuer un niveau de recherche au plus grand pourcentage possible de la totalité des citations des journaux internes. Nous avons donc procédé à l'attribution des niveaux de recherche aux 400 périodiques les plus cités par l'ensemble des journaux internes. Après vérification, ces 400 journaux représentaient en moyenne près de 75 pour cent des citations. Nous étions donc prêts pour l'étape suivante.

Pour rendre les résultats plus solides, nous avons décidé d'étudier les pourcentages de citations à l'aide de groupes d'années et non avec des années témoins comme nous l'avions fait pour les cartes d'intercitations. Nous utiliserons des périodes de cinq ans, soit 1980 à 1984, 1985 à 1989, 1990 à 1994, 1995 à 1999; et une période de quatre ans, soit de 2000 à 2003 pour laquelle le pourcentage de citations sera établi avec un échantillon temporel plus restreint, quoique numériquement plus grand que celui des deux premières périodes. Nous avons fait ce choix pour plusieurs raisons : d'abord ces périodes coïncide avec les années de réactualisation de la catégorisation et, de plus, prendre des groupes d'années augmente le nombre d'articles dans les ensembles, ce qui réduit les possibilités

d'erreur. Mais la principale raison qui motive ce choix est que nous sommes conscients des limites de notre procédure.

Nous avons effectué un échantillonnage et quelques tests concernant le problème de pondération mentionné précédemment et les résultats obtenus montrent que la marge d'erreur se situe, de façon conservatrice, aux alentours de cinq pour cent. C'est-à-dire que si nous décelons une augmentation ou une diminution dans l'échange de citations de l'ordre de zéro à cinq pour cent, elle pourrait être théoriquement due, malgré notre changement de procédure, au problème de la pondération. Nous avons donc décidé de fixer la limite des observations que nous considérerons comme significatives à cinq pour cent et ne prévoyons pas faire cas des variations inférieures à ce nombre. Dans cette optique, utiliser des groupes d'années et non des années témoins permet d'éviter que de petites variations présentes dans les années témoins choisies ne viennent altérer les tendances lourdes que nous cherchons à observer.

Examinons maintenant les premiers résultats. Nous avons effectué le calcul et avons exprimé les pourcentages de citations sur vingt graphiques en forme de tarte, soit cinq représentant les périodes temporelles pour chacune des quatre catégories. Sur la figure 12, nous voyons six exemples. Le pourcentage de citations pour lequel nous n'avons pas réussi à attribuer un niveau de recherche est inscrit sous l'appellation «inconnue». Cette dernière catégorie contient des citations référant à plusieurs types de documents. Il peut s'agir de petits périodiques peu prestigieux que nous n'avons pas répertoriés, de monographies, de périodiques qui n'existaient pas entre 1980 et 2000, de périodiques non recensés par la catégorisation, de thèses et autres publications hétéroclites. En examinant la figure 12, nous voyons que le pourcentage de la catégorie «inconnue» est inégalement réparti dans les différentes périodes. Dans les exemples que nous avons choisis, nous pouvons voir qu'il est de l'ordre de 60 pour cent, donc très élevé pour la recherche fondamentale rouge de 1980-1984. Pour la période suivante, soit 1985-1989, il tombe autour de 20 pour cent puis diminue légèrement dans les périodes suivantes. Ce modèle de distribution (un très grand pourcentage de citations inconnues sur la première tarte, qui se situera dans les normes au graphique suivant et y restera pour toutes les autres périodes)

est visible et est du même ordre pour tous les autres niveaux de recherche. Il est dû au phénomène de sous-représentation dans nos données du corpus littéraire de la recherche sur le cancer des années 70, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent. Nous ne réaborderons donc pas le sujet, mais devons constater son importance. Le fait que le pourcentage de citations de tous les niveaux de recherche pour la période 1980-84 soit établi avec moins de 50 pour cent des citations augmente la marge d'erreur pour les résultats de ce groupe d'années. Nous avons tout de même décidé d'afficher les résultats de cette période sur les graphiques des pages suivantes.

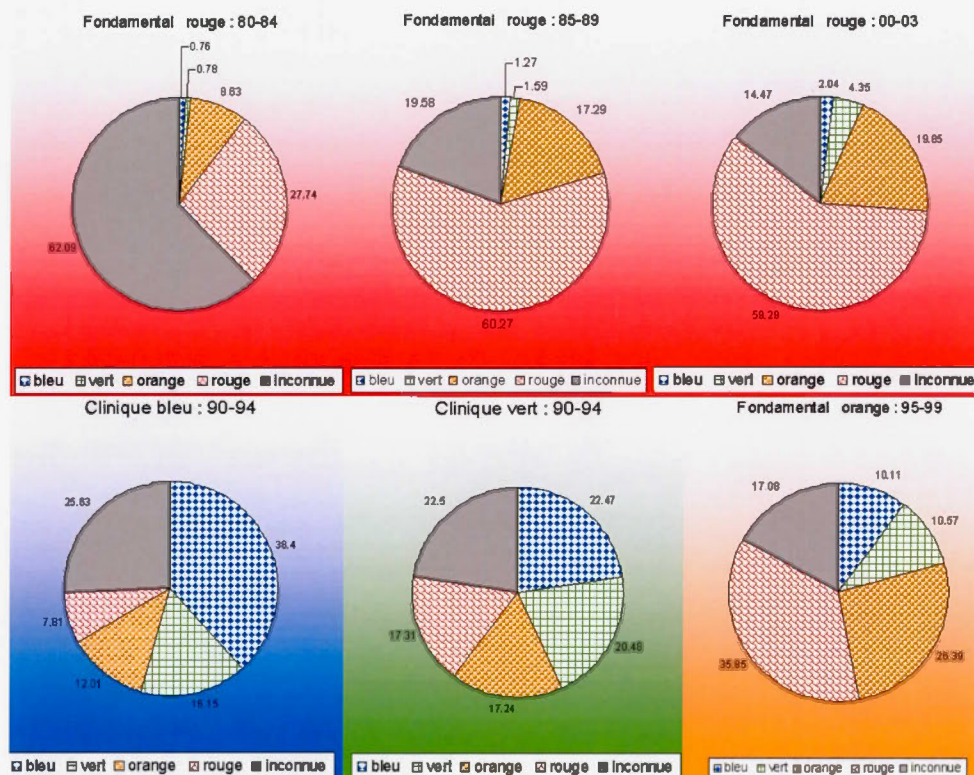


Figure 12 : Six exemples de distribution des citations dans les différents ensembles

La prochaine étape est la production des figures qui serviront dans les analyses diachroniques et chronologiques de ce chapitre. Ce sont elles qui permettront d'observer l'augmentation ou la diminution de l'intensité des relations entre les niveaux de recherche. Pour permettre les comparaisons entre les types de recherche et les périodes, il nous faut

retrancher les pourcentages d'inconnus et remettre ce qui reste sur cent. Les quatre dernières figures de cette expérience représenteront donc, pour chaque groupe d'années, les citations dont le niveau de recherche du périodique a été établi.

4.3 ANALYSE DE L'INTERACTION ENTRE LES NIVEAUX DE RECHERCHE

4.3.1 Les citations du niveau de recherche clinique bleu

Lorsque nous examinons la figure 13, nous apercevons, horizontalement, les groupes d'années et, verticalement, les pourcentages de citations, la somme des valeurs des pourcentages de chaque groupe d'années étant toujours égale à 100 pour cent. Ce graphique suggère des réponses à plusieurs des questions principales de ce mémoire. Dans le cas de la recherche clinique bleu, figure 13, nous nous sommes demandé si elle citait de plus en plus la recherche fondamentale au cours de la période étudiée. La réponse est non. Le taux de citation allant de ce niveau de recherche vers les deux niveaux de recherche fondamentale est stable sur l'ensemble de la période. Par contre, cette catégorie s'autocite de moins en moins (baisse de près de douze pour cent), et ce, au profit du niveau de recherche vert qui, comme nous l'avons vu au début de ce chapitre, représente le pont dont nous avons constaté l'apparition sur les cartes d'intercitations. L'apparition de ce pont a eu comme effet, à lui seul, d'augmenter, le niveau de recherche moyen de toutes les citations de l'ensemble des citations de la recherche clinique bleu.

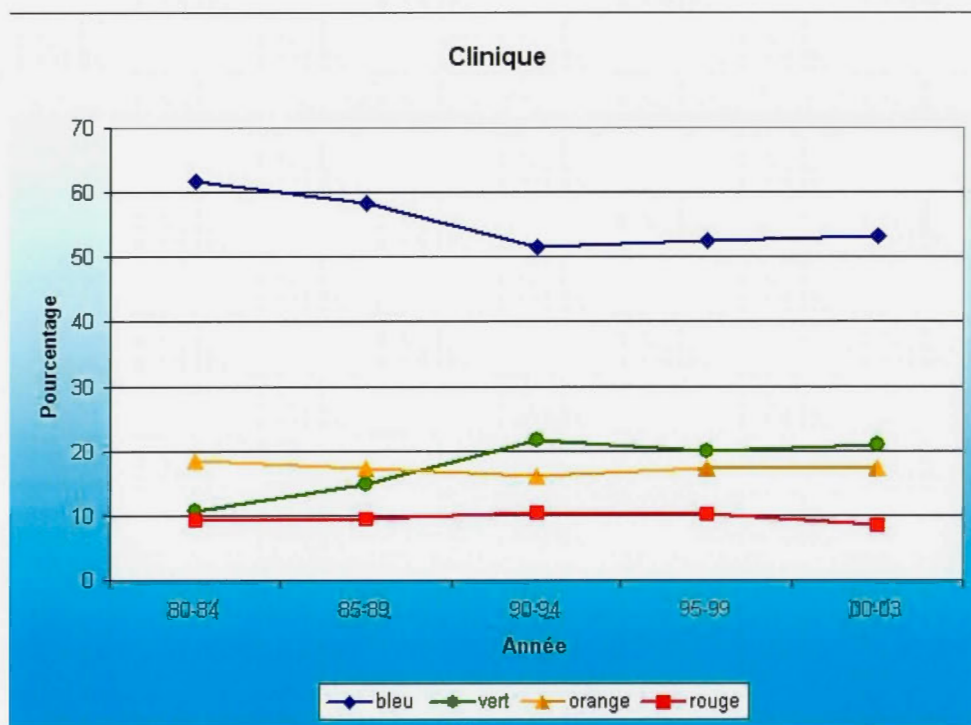


Figure 13 : L'évolution des citations du niveau de recherche clinique bleu

4.3.2 Les citations du niveau de recherche clinique vert

Une des premières caractéristiques qui attirent l'attention dans l'examen des citations du niveau de recherche clinique vert, figure 14, est la grande variation dans le pourcentage attribué à chaque niveau de recherche. Effectivement, il n'y a pas de ligne horizontale droite. Cette grande transformation, qui a pour résultat d'augmenter le niveau de recherche moyen des citations de l'ensemble, est un indice qui révèle que le pont apparu au cours de la période visée est constitué d'un élément nouveau. En effet, l'examen des graphiques des trois autres niveaux de recherche montre, malgré quelques changements, une certaine stabilité : ce sont des secteurs de recherche bien établis. Le niveau de recherche vert, représentant le pont, est le seul à subir une telle mutation. Dans la littérature secondaire, la nouvelle vague de recherche translationnelle, identifiée, entre autres, par M. Parascandola⁴, est la seule grande innovation, concernant les nouveaux

⁴ Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies »

types de recherche, que nous avons pu identifier. Elle est, toujours selon la littérature qui lui est consacrée,⁵ apparue précisément au cours de notre période d'étude.

Autre argument qui permet de corréler les deux phénomènes : le taux de citations du niveau de recherche clinique vert, à l'endroit du niveau de recherche clinique bleu, chute au cours des années examinées: il passe de 36,5 à 23,8. Ce phénomène est tout à fait cohérent avec l'avènement de la vague de recherche translationnelle. Comme nous l'a fait constater M. Bréchet (voir citation à la fin du chapitre précédent⁶, cette nouvelle recherche translationnelle ne fait pas du tout de recherche clinique, mais de la « mise en marché » scientifique des innovations de la recherche fondamentale en espérant que la recherche clinique ou, comme l'évoque Bréchet, les compagnies pharmaceutiques s'y intéressent. La corrélation entre les deux phénomènes, ceux de la mutation des citations du niveau de recherche de la figure 14 et de l'avènement de la nouvelle vague de recherche translationnelle, nous semble indéniable. Ce nouveau type de recherche se retrouve dans ce niveau de recherche.

Dernier commentaire au sujet de la figure 14 : les cartes d'intercitations nous indiquent que le pont est apparu en tant qu'entité explicitement distincte entre 1995 et 2000, mais la figure 14 nous apprend que les mutations qui l'ont engendré commencent dès le début des années 80.

⁵ Pollak, M. « Peptide Growth Factors and Breast Cancer Treatment: Recent Translational Research »; Coleman, Normand C. et collab. « Current Scientific Issues Related to Clinical Radiation Oncology »; Chabner, B.A et collab. « Translational Research: Walking the Bridge Between Idea and Cure »; et Bréchet, Christian, cité par Anonyme. « La recherche translationnelle dans tout ces états », Bréchet, Christian, « La recherche translationnelle en santé, un nouveau paradigme », *Médecine/sciences*, 20, 2004, p. 939-40.

⁶ Voir partie 3.2.5.

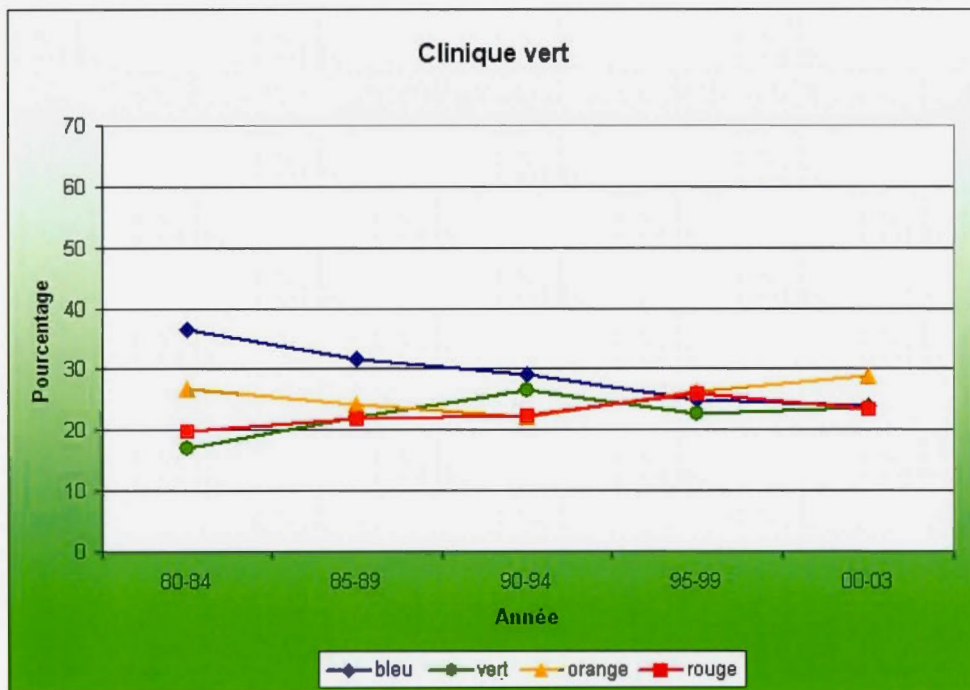


Figure 14 : L'évolution des citations du niveau de recherche clinique vert

4.3.3 Les citations du niveau de recherche fondamental orange

Sur les cartes d'intercitations de 2000, certains journaux orange se positionnaient près du pont, en particulier le *International Journal of Cancer*. Il est donc possible que ce niveau de recherche soit lui aussi impliqué dans la constitution du pont. Cependant, l'examen de la figure 15 nous indique le contraire. Certaines mutations sont visibles, mais pas suffisantes pour en tirer d'autres conclusions. Malgré les variations du milieu, les pourcentages de citations allant à chacun des ensembles sont similaires au début et à la fin de la période, à l'exception du vert, qui est le seul à en gagner au total cinq pour cent et plus. Les journaux orange qui se situent près du pont sur les cartes d'intercitations ont visiblement un rôle à jouer avec celui-ci, car après tout, le *International Journal of Cancer* a un niveau de recherche de 2,51 (à 0,02 point de la valeur maximale de la catégorie «vert»), mais leurs poids par rapport à la totalité des journaux orange n'est pas suffisant

pour que la catégorie apparaisse décisive dans l'apparition de la nouvelle entité⁷.
L'histoire de notre pont en est une qui s'écrit à l'encre verte.

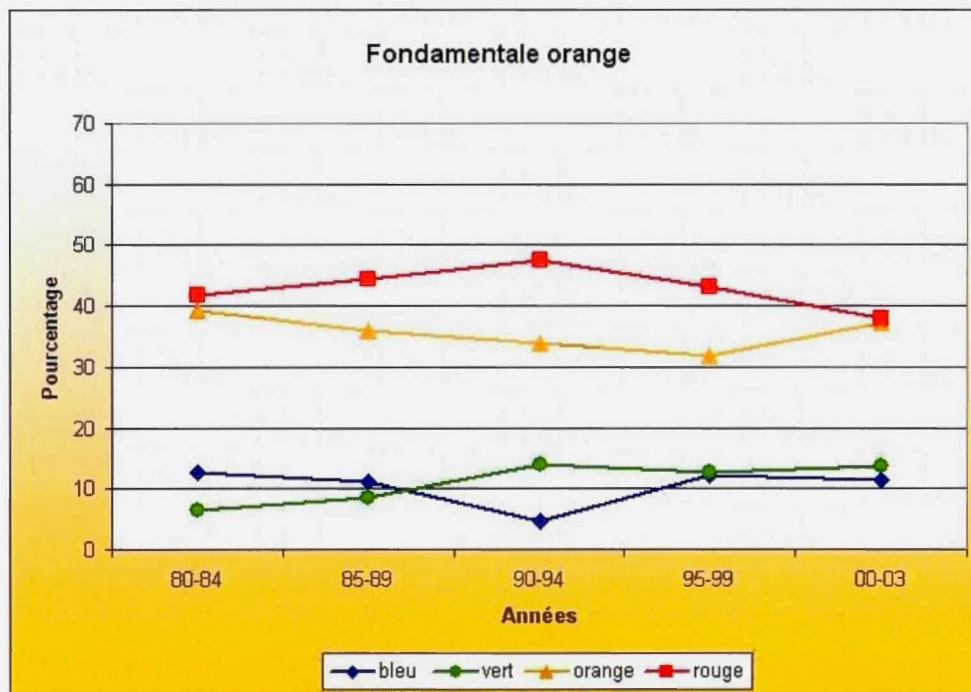


Figure 15 : L'évolution des citations du niveau de recherche fondamentale orange

4.3.4 Les citations du niveau de recherche fondamentale rouge

Une chose est particulièrement frappante lorsque nous examinons la figure 16 : la recherche fondamentale très pointue sur le cancer ne se soucie pas de ce qui se passe dans les autres niveaux de recherche. Nous avons même dû ajouter dix pour cent à l'échelle¹⁴⁷⁸ des pourcentages pour permettre l'affichage de le grand taux d'autocitations de cette catégorie. À la suite de cette constatation, il est temps de se questionner sur le phénomène qui nous intéresse particulièrement dans cette figure, soit l'impact de l'apparition du pont sur le comportement de la recherche fondamentale. L'augmentation du pourcentage des

⁷¹ Note collaborateur M. Cambrosio n'est pas d'accord avec cette affirmation. Il considère la catégorie orange comme jouant un rôle majeur dans l'avènement de la recherche translationnelle. Nous maintenons nos affirmations pour les raisons exprimées dans le texte.

⁸ Nous sommes conscients que ce changement d'échelle est un léger écart méthodologique, mais en raison de la simplicité de la figure seize, nous croyons qu'il devrait être toléré.

citations du niveau de recherche rouge vers le niveau de recherche vert est de trois pour cent au cours de l'ensemble de la période. Une telle augmentation, dans ce cas précis, est significative, car les pourcentages de citations du niveau rouge vers le vert et le bleu sont les seuls à être si bas : après tout, l'augmentation est constante et une augmentation de deux à cinq (150 pour cent) est différente d'une augmentation de vingt-quatre à vingt-sept (8 pour cent). Le pont attire donc l'attention de la recherche fondamentale rouge et le fait au détriment de citations à des niveaux de recherche élevés. Les citations de la figure 16 vont donc en 2000-2003 trois pour cent de plus à des niveaux de recherche inférieure qu'en 1980-1984. La recherche fondamentale s'intéresse donc progressivement à ce qui se passe dans les niveaux de recherche inférieurs, à savoir le bleu, vert et orange.

Bien sûr trois pour cent ne représente pas une tendance lourde. Avec ce résultat, et compte tenu des faiblesses méthodologiques expliquées précédemment⁹, nous ne pouvons pas affirmer hors de tout doute que l'avènement du pont comprenant de la recherche translationnelle a amélioré le transfert d'informations de la recherche clinique vers la recherche fondamentale ou, autrement dit, que la recherche translationnelle soit bidirectionnelle, mais ce trois pour cent d'augmentation apporte un argument de poids à ceux qui l'affirment.

⁹ Voir partie 4.2

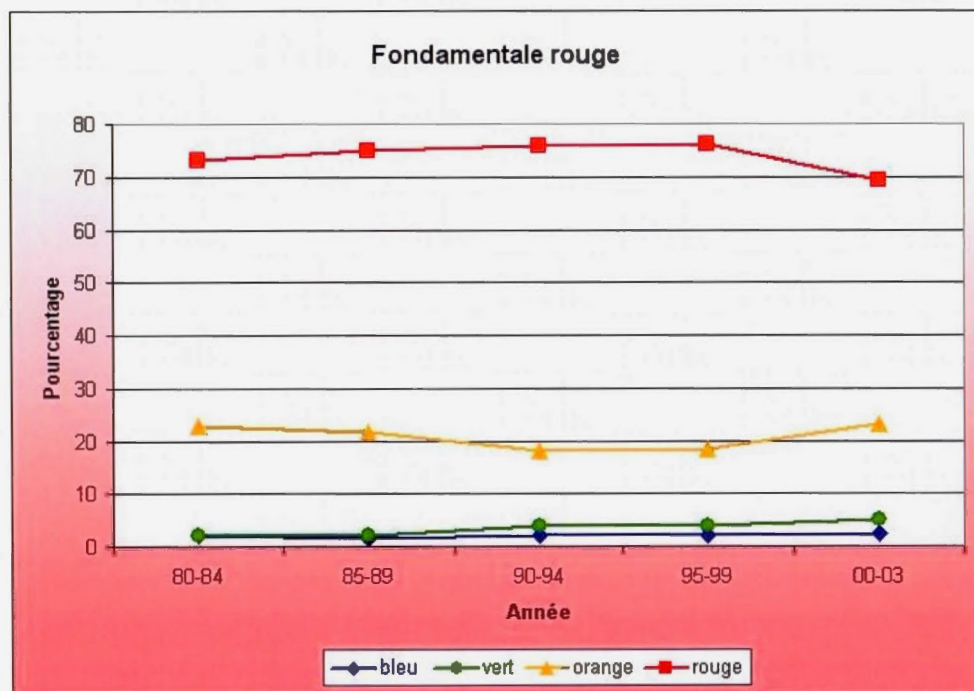


Figure 16 : L'évolution des citations du niveau de recherche fondamentale rouge

CONCLUSION

L'objectif principal de ce mémoire était d'examiner les relations entre la recherche clinique et la recherche fondamentale dans le domaine de la recherche sur le cancer. Nous nous sommes interrogé principalement sur les variations du niveau de collaboration entre les deux entités de 1980 à 2000. Pour répondre à ce type d'interrogation, nous avons opté pour une approche scientométrique et avons constitué une base de données qui était selon nous la plus représentative du champ de recherche.

Dans notre première manipulation de la base de données, nous avons effectué une cartographie répartie sur plusieurs années représentant l'intercitation entre les différents périodiques spécialisés du domaine. Avec ce traitement, nous avons constaté qu'en 1980, la théorie des oncogènes n'est pas installée dans l'ensemble du champ, et qu'en 1990, la génétique du cancer prend subitement une importance majeure, comme nous l'a démontré l'ascension du périodique *Oncogene*. Nous avons également pu examiner l'évolution de la dynamique entre les périodiques principaux du domaine. Le champ qui, au début de la période, était largement centré sur deux journaux, soit *Cancer* et *Cancer Research*, a progressivement vu plusieurs nouveaux acteurs majeurs s'implanter, en particulier le *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, le journal *Oncogene* et le *Journal Of Clinical Oncology*. Malgré la pertinence de ces observations, le constat qu'on peut établir à partir de cette cartographie et qui touche notre questionnement principal a été l'apparition, sur la carte de 2000, d'un pont qui relie la recherche clinique et la recherche fondamentale.

Pour examiner les modifications que ce nouveau pont a pu apporter à la dynamique générale du champ, nous avons calculé, à l'aide d'une classification par niveau de recherche, les pourcentages de citations entre les différents ensembles. Avec cette dernière manipulation, nous avons tout d'abord pu constater qu'en 2000-2003, la recherche clinique

ne s'intéresse pas plus directement à la recherche fondamentale qu'il y a vingt ans. S'il y a eu une réelle augmentation de la communication de la clinique vers le laboratoire, elle a dû s'effectuer par l'intermédiaire d'une autre entité, et c'est exactement ce que nous observons avec l'apparition du pont. En effet, les citations de la recherche clinique vers le pont augmentent de façon substantielle alors que les citations du pont vont de plus en plus vers la recherche fondamentale. Le pont facilite donc de façon indirecte le transfert d'informations allant de la recherche fondamentale vers la recherche clinique.

Nous avons également constaté l'existence d'une mutation en examinant les citations du niveau de recherche dans lequel le pont apparaît. En effet, cette catégorie se métamorphose au cours de la période couverte par ce mémoire. La conjoncture entre cette observation, l'arrivée d'une nouvelle vague de recherche translationnelle dans le monde médical depuis la fin des années 1990 et l'apparition du pont sur les cartes d'intercitations ne peut être une coïncidence, donc les trois phénomènes doivent être reliés. La vague de recherche translationnelle a également touché le monde de la recherche sur le cancer. Comme nous l'avons observé, elle semble même avoir eu un impact important. Nos observations sur ce sujet apportent aussi un élément nouveau à un débat existant au sujet de ce type de recherche : sur la cartographie des intercitations de 2000, la recherche translationnelle (le pont) apparaît comme une entité distincte et non comme une sous-partie d'un autre type de recherche.

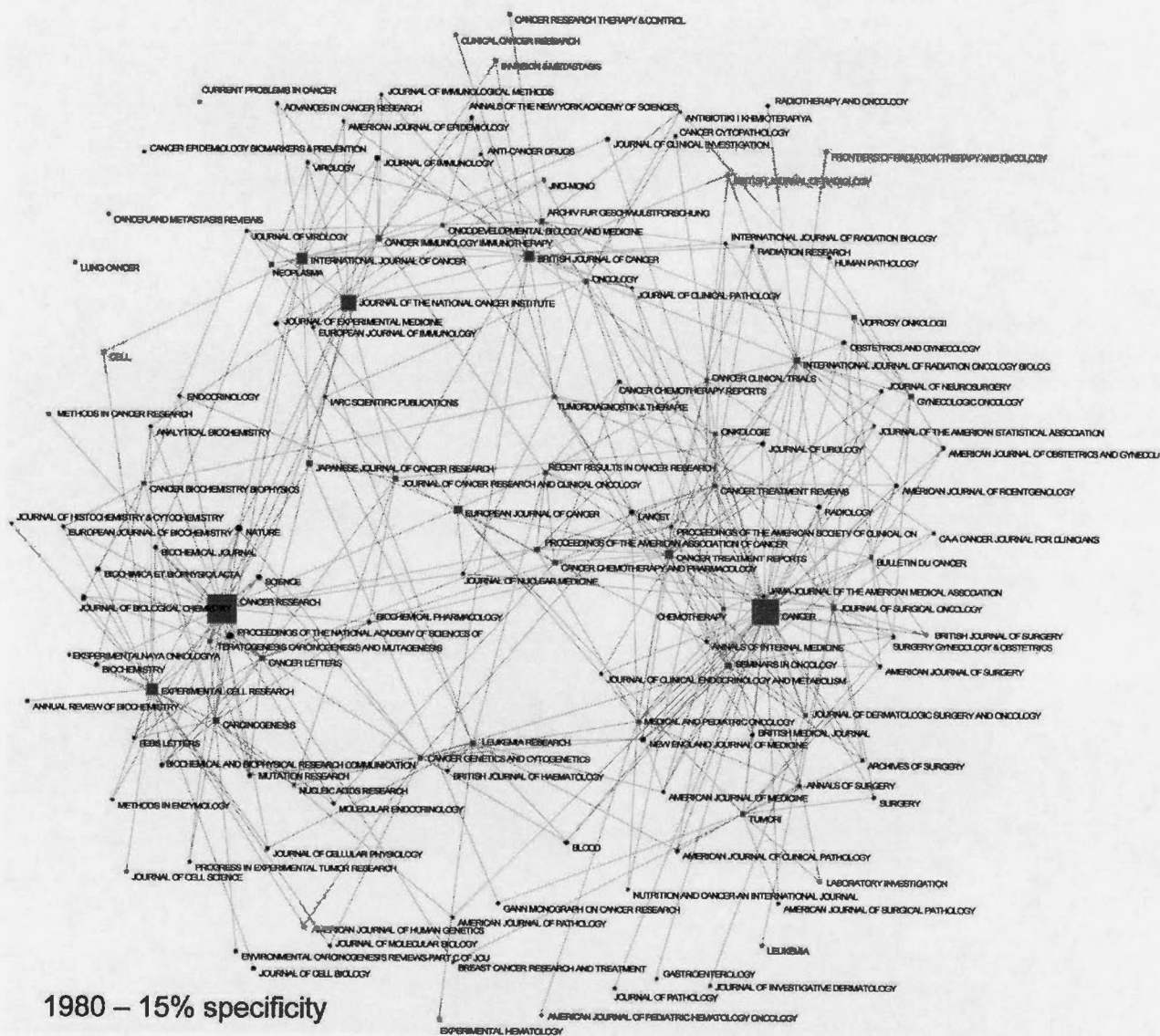
Du côté de la recherche fondamentale, nos investigations se sont révélées moins fructueuses. Aucune augmentation de l'intérêt de la recherche fondamentale vers la recherche clinique n'est visible, mais il y en a une légère en direction du pont. Cette petite augmentation révèle que le pont sert également de lien de la recherche clinique vers la recherche fondamentale, mais, compte tenu de faiblesses méthodologiques, nous ne pouvons garantir, hors de tout doute, la validité de cette affirmation.

Notre mémoire nous a donc permis d'établir qu'entre 1980 et le début du XXI^e siècle, l'interaction entre la recherche clinique et la recherche fondamentale du champ « cancer » a augmenté. Cependant, elle ne l'a pas fait de façon directe, mais bien par

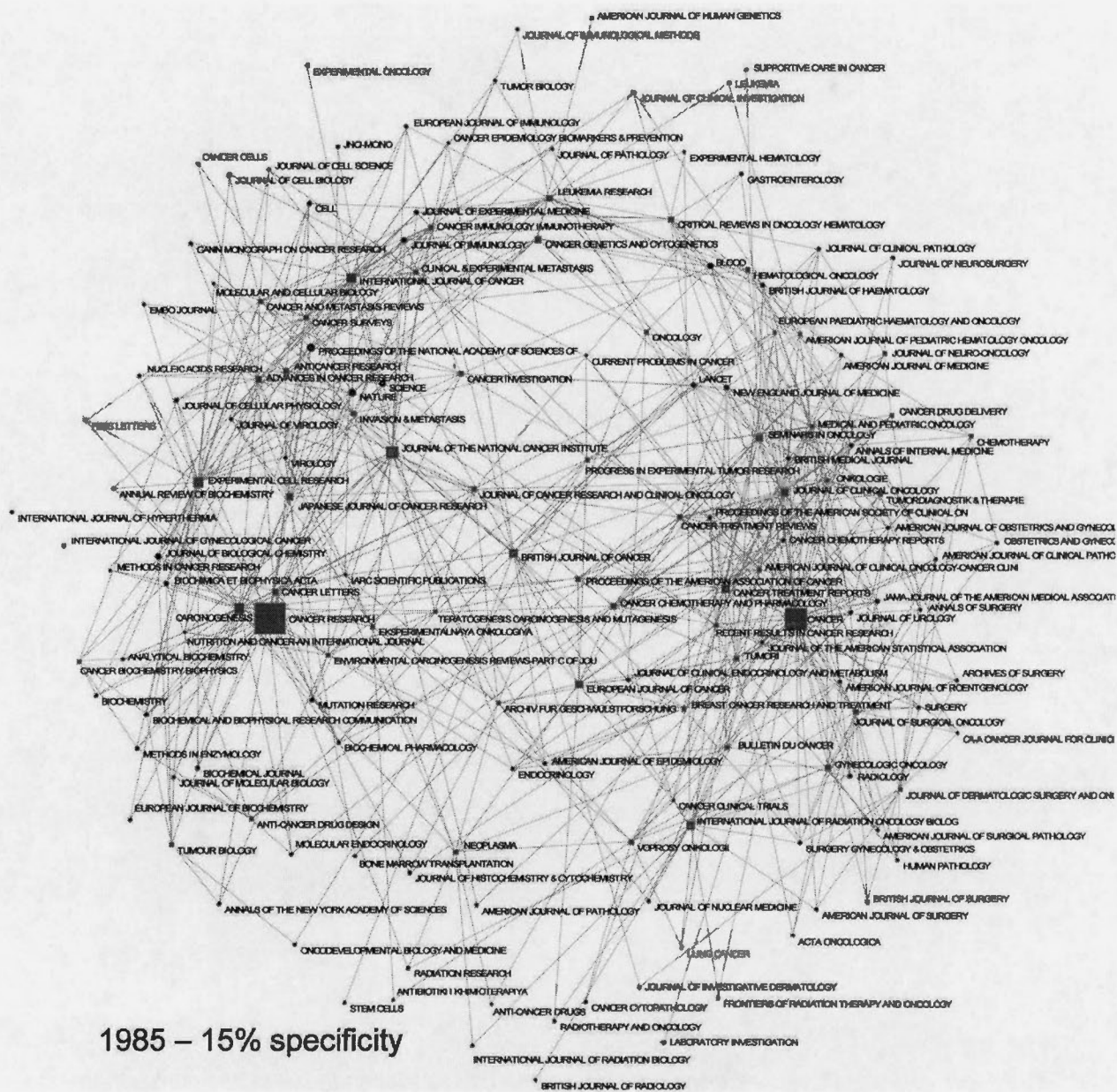
l'intermédiaire d'une entité nouvelle servant de lien entre les deux types de recherche. L'apparition de ce nouvel acteur a pour principale conséquence de faciliter la communication de la recherche fondamentale vers la recherche clinique. Toutefois, certains indices découverts au cours de nos investigations nous laissent croire qu'elle contribue au renforcement du transfert du savoir de la clinique vers le laboratoire.

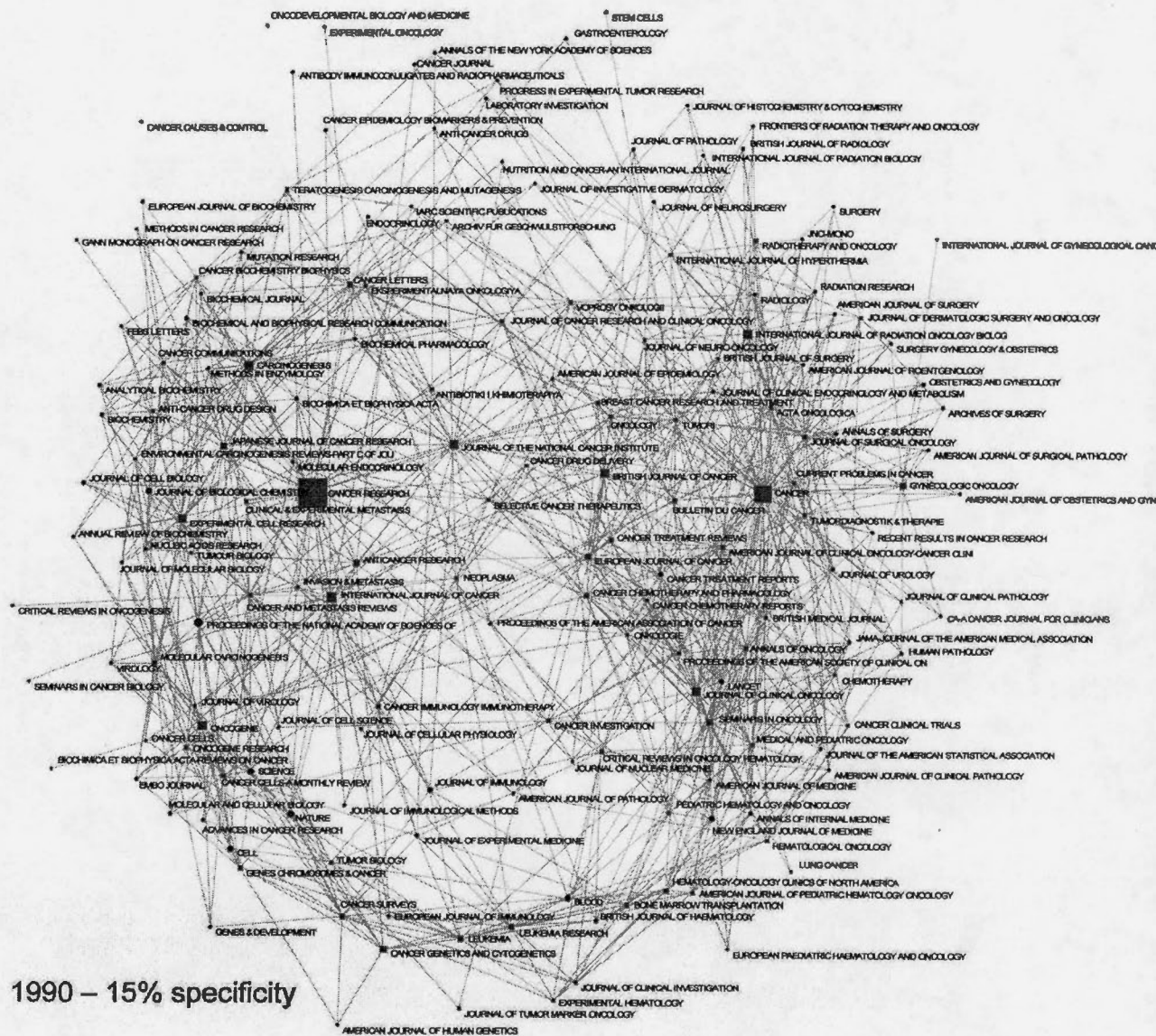
APPENDICE A
CARTES D'INTERCITATIONS EN GRAND FORMAT

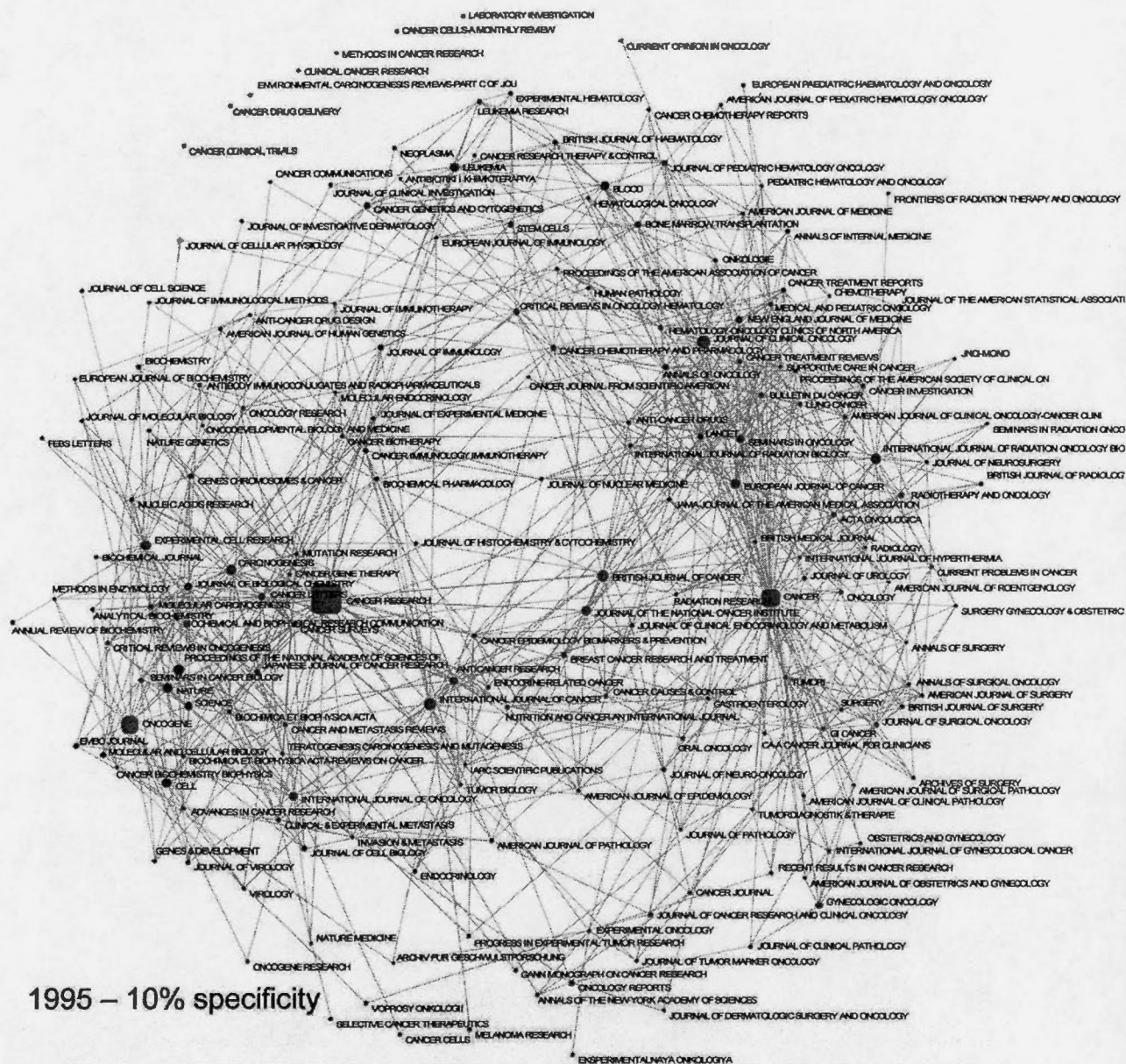
A.1	1980.....	79
A.2	1985.....	80
A.3	1990.....	81
A.4	1995.....	82
A.5	2000.....	83

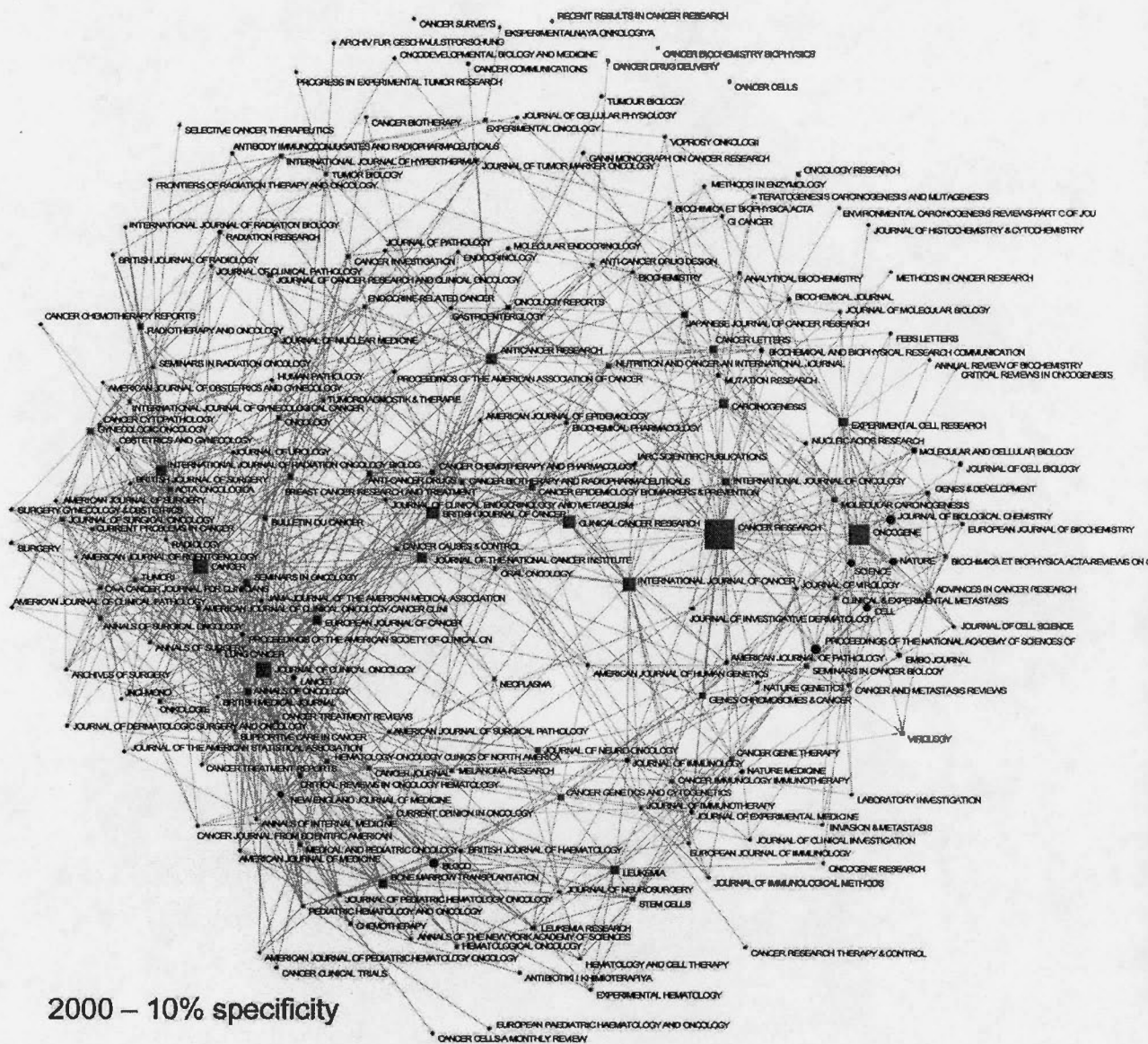


1980 – 15% specificity









BIBLIOGRAPHIE

- Ackerknecht, Erwin Heinz. *A Short History of Medicine*, Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1982
- Ackerknecht, Erwin Heinz. *Medicine at the Paris Hospital 1794-1848*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1967.
- Angier, Natalie. *Les gènes du cancer*, Paris, Plon, 1989, trad. De C. Rivolier.
- Antony, L. J., H. East et M. J. Slater. « The Growth of the Literature of Physics », *Reports on Progress in Physics*, 32, 1969, p. 709-767.
- Archambault, Éric, Étienne Vignola Gagné, Grégoire Côté, Vincent Larivière et Yves Gingras. « Benchmarking Scientific Output in the Social Sciences and Humanities: The Limits of Existing Databases », *Scientometrics*, 68, (3), 2006, p.329-342
- Bourret, Pascale. « BRCA Patients and Clinical Collectives: New Configurations of Action in Cancer Genetics Practices », *Social Studies of Science*, 35 (1), 2005, p. 41-68.
- Bourret, Pascale, Andrei Mogoutov, Claire Julian-Reynier et Alberto Camborsio. « A New Clinical Collective for French Cancer Genetics: A Heterogeneous Mapping Analysis », à paraître.
- Bourret, Pascale, Dirk Stemmerding et Lene Koch. « Oncogenetics: a New Activity at the Frontier of Research and Medicine », *Bulletin du cancer*, 85(3), 1998, p. 239-242.
- Bradford, Samuel C. *Documentation*, London, C. Lockwood, (1936) 1953, 2^e éd.
- Bréchet, Christian. « La recherche translationnelle en santé, un nouveau paradigme », *Médecine/sciences*, 20, 2004, p. 939-40
- Bynum, William. *Science and the Practice of Medicine in the Nineteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- Cambrosio, Alberto, Peter Keating, Simon Mercier, Grant Lewison et Andrei Mogoutov « Mapping the Emergence and Development of Translational Cancer Research », à paraître dans *European Journal Of Cancer*.
- Cambrosio, Alberto, P. Cottureau, S. Popowycz, A. Mogoutov et T. Cichnevskaja. « Analyse des réseaux hétérogènes : le projet RéseauLu » dans Claire Brossard et Bernard Rebert ed. *Sciences Humaines et sociales et technologies de l'information et de la communication*, Paris, Hermès Sciences, 2006

- Chabner, B.A., A.L. Boral, et P. Multani. « Translational Research: Walking the Bridge Between Idea and Cure-Seventeenth Bruce F. Cain Memorial Award Lecture », *Cancer Research*, 58, 1998, p. 4211-4216.
- Chen, Chaomei. *Mapping Scientific Frontiers*, London, Springer-Verlag, 2003.
- Coleman, Normand C. et Jay R. Harris. « Current Scientific Issues Related to Clinical Radiation Oncology », *Radiation Research*, 150, 1998 p. 134-147.
- Crane, Diana. *Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*, Chicago, University of Chicago Press, 1972.
- Davies, Kevin et Michael White. *Breakthrough: The Race to Find the Breast Cancer Gene*, New York, J. Wiley, 1996.
- Estabrooks, Caroline A., Connie Winther et Sara Katz. « Mapping a Field: A Bibliometric Analysis of the Research Utilisation Literature in Nursing », *Nursing Research*, 53(5), 2004, p. 293-303.
- Eyre, H. J. « National Cancer Act 1971-1996 : National Cancer Institute/American Cancer Society Relationship », *Cancer*, 78, 1996, p. 2609-2610.
- Faber, Knud Elge. *Nosography : The Evolution of Clinical Medicine in Modern Times*, New York, AMS Press, 1978 (1923). 2^e éd.
- Fitzgerald, Patrick J., *From Demons and Evil Spirits to Cancer Genes: The Development of Concepts Concerning the Causes of Cancer and Carcinogenesis*, Washington, American Registry of Pathology, Armed Forces Institute of Pathology, 2000.
- Fleck, Ludwik. *Genesis and Development of a Scientific Fact*, Chicago, University of Chicago Press, 1979 (1935), trad. de F. Bradley et Thaddeus.
- Fujimura, Joan H. *Crafting Science: A Sociohistory of the Quest for the Genetics of Cancer*, Cambridge, Harvard University Press, 1996.
- Fujimura, Joan H. « Standardizing Practices : A Socio-History of Experimental Systems in Classical Genetic and Virological Cancer Research, 1920-1978 », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 18 (1), 1996, p. 3-54.
- Garfield, Eugene. *Citation Indexing... Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities*, New York, John Wiley and Sons, 1979.
- Garfield, Eugene. « Is Citation Analysis a Legitimate Evaluation Tool? », *Scientometrics*, 1, 1979, p. 359-375

- Gaudillière, Jean-Paul. *Inventer la biomédecine : la France, l'Amérique et la production des savoirs du vivant, 1945-1965*, Paris, La Découverte, 2002.
- Gaudillière, Jean-Paul. « Le cancer entre infection et hérédité : gènes, virus et souris au National Cancer Institute », *Revue d'histoire des sciences*, 47 (1), 1994, p. 58-87
- Grmek, Mirko D. (dir.). *Histoire de la pensée médicale en Occident : tome 3, Du romantisme à la science moderne*, Paris, Seuil, 1999.
- Hagstrom, Warren O. *The Scientific Community*, New York, Basic Books, 1965.
- Hall, Stephen S. *A Commotion in the Blood : Life, Death, and the Immune System*, New York, Henry Holt, 1997.
- Hicks, Diana. « Limitations of Co-Citation Analysis as a Tool for Science Policy », *Social Studies of Science*, 17, 1987, p. 295-316
- Houle, Anne-Julie. *La transformation de la recherche biomédicale : le cas de l'Institut du cancer de Montréal*, mémoire de M.A. (sociologie), Université du Québec à Montréal, 2004.
- Keating, Peter et Alberto Cambrosio. *Biomedical Platforms : Realigning the Normal and the Pathological in Late-Twentieth-Century Medicine*, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology Press, 2003.
- Keating, Peter et Alberto Cambrosio. « The New Genetics and Cancer. The Contributions of Clinical Medicine in the Era of Biomedicine », *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 56 (4), 2001, p. 321-352.
- Keel, Othmar. *L'avènement de la médecine clinique moderne en Europe, 1750-1815 : Politiques, institutions et savoirs*. Montréal, Les presses de l'Université de Montréal, 2001.
- Knorr Cetina, Karin. *Epistemic Cultures : How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, Harvard University Press, 1999.
- Koehler, Wallace, Abby D. Anderson, Beverly A. Dowdy, Daniel E. Fields, Michael Golden, Dawn Hall, Amy C. Johnson, Carey Kipp, Lina L. Ortega, Erika B. Ripley, Robert L. Roddy, Karla Burt Shaffer, Shane Shelburn et Carol D. Wasteney. « A Profile in Statistics of Journal Articles: Fifty Years of American Documentation and the Journal of the American Society for Information Science », *Cybermetrics*, 4 (3), 2000, p. 1-32.

- Kruger, G. « The Formation of the American Society of Clinical Oncology and the Development of a Medical Speciality, 1964-1973 », *Perspectives in Biology and Medicine*, 47, 2004, p. 537-545
- Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1962.
- Larivière, Vincent, Éric Archambault, Yves Gingras et Étienne Vignola-Gagné. « The Place of Serials in Referencing Practices: Comparing Natural Sciences and Engineering with Social Sciences and Humanities », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (8), 2006, p. 997-1009
- Larsen, Maria Theresa. « Does Industrial Relevance in Public Science Come at the Expense of Basic Research? Exploring Tradeoffs in University Research », Peter Ingwersen and Birger Larsen (Eds., *Proceedings of ISSI 2005: 10th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, Stockholm, Karolinska University Press,
- Lazarsfeld, Paul. « Des concepts aux indices empiriques », dans R. E. Boudon et P. Lazarsfeld (dir.), *Le vocabulaire des sciences sociales*, Paris, Mouton, 1965.
- Lewison, Grant et Guillermo Paraje. « The Classification of Biomedical Journals by Research Level », *Scientometrics*, 60 (2), 2004, p. 145-157.
- Lewison, Grant. « Publications from the European Community's Biotechnology Action Programme (BAP): Multinationality, Acknowledgement of Support, and Citations », *Scientometrics*, 31, 1994, p. 125-142
- Lewison, Grant. « The definition and calibration of biomedical subfields », *Scientometrics*, 46, 1999, p. 529-537
- Lewison, Grant. « The Publication of Cancer Research Papers in High Impact Journals », *ASLIB PROCEEDINGS*, 55(5/6), 2003, p. 379-87.
- Leydesdorff, Loet. « Can Scientific Journals be Classified in Terms of Aggregated Journal-Journal Citation Relations using the Journal Citation Reports? », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57, 2006, p. 601-613
- Leydesdorff, Loet. « Theories of Citation ? », *Scientometrics*, 43 (1), 1998, p.5-25.
- Leydesdorff, Loet. « Visualization of the Citation Impact Environments of Scientific Journals: An Online Mapping Exercise », *Proceedings Annual Meeting of the Society for Social Studies of Science (4S)*, Pasadena, California, 2005

- Loeb, Lawrence. « The Causes of Cancer », *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 23, 1947, p. 564-580
- Loscalzo, Joseph, « The NIH Budget and the Future of Biomedical Research », *New England Journal of Medicine*, 354, 2006 p. 1665-1667
- Löwy, Ilana. *Between Bench and Bedside : Science, Healing, and Interleukin-2 in a Cancer Ward*, Cambridge, Harvard University Press, 1996.
- Marks, Harry. *The Progress of Experiment: Science and Therapeutic Reform in the United States, 1900-1990*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.
- McCain, Katherine W. « Core Journal Networks and Cocitation Maps: New Bibliometric Tools for Serials Research and Management », *Library Quarterly*, 61 (3), 1991, p. 311-336.
- Meadows, Jack. « Early Reactions to Information Growth », *Scientometrics*, 50, 2001, p.553-561
- Morange, Michel. *Histoire de la biologie moléculaire*, Paris, La Découverte, 2003 (1994), 2^e éd.
- Morange, Michel. « The Discovery of Cellular Oncogenes », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 15, 1993, p. 45-58.
- Mogoutov, Andrei. « Données relationnelles en sciences sociales: essai de minimalisme méthodologique », *Pratiques de formation*, 1998, p. 141-148.
- Mogoutov, Andrei. « Réseau-lu 6.13, Sistema di esplorazione di dati relazionali », Antonio M. Chiesi (éd.), *L'analisi dei reticoli*, Milan, Franco Angeli, 1999, p. 221-225.
- Nathan, David et Edward J. Benz Jr. « Comprehensive Cancer Centres and the War on Cancer », *Nature Reviews Cancer*, 2001, 1, p. 240-244.
- Parascandola, Mark. « Translational Research: Turning Pure Science into Clinical Strategies », *Research Practitioner*, 4 (3), 2003, p. 94-102.
- Park, Buhm Soon. « The Development of the Intramural Research Program at the National Institutes of Health after World War II », *Perspectives in Biology and Medicine*, 46 (3), p. 383-402.
- Picard, Jean-Francois. « Naissance de la biomédecine, le point de vue d'un historien », *médecine/sciences*, 12 (1), 1996, p. 97-102.
- Pollak, M. « Peptide Growth Factors and Breast Cancer Treatment: Recent Translational Research », *Recent Results Cancer Research*, 140, 1996, p. 43-49.

- Price, Derek J. de Solla. *Little Science, Big Science*, New York, Colombia University Press, 1963.
- Rasmussen, Nicolas. « Steroids in Arms: Science, Government, Industry, and the Hormones of the Adrenal Cortex in the United States, 1930-1950 », *Medical History*, 46 (3), 2002, p. 299-324.
- Rheinberger, Hans-Jörg. *Toward a History of Epistemic Things: Synthesizing Proteins in the Test Tube*, Stanford, Stanford University Press, 1997.
- Ross, Walter Sanford. *Crusade : The Official History of the American Cancer Society*, New York, Arbor House, 1987.
- Rosser, Matthews J. *Quantification and the Quest for Medical Certainty*, Princeton, Princeton University Press, 1995.
- Rous, Peyton. « A Transmissible Avian Neoplasm », (*Experimental Medicine*, 12, 1910, p. 696-705) *Journal of Experimental Medicine*, 150, 1979, p. 738-53
- Rous, Peyton. « Nearer Causes of Cancer » , *The Journal of the American Medical Association*, 122, 1943, p. 573-584
- Saha, Somnath, Sanjay Saint et Dimitri A. Christakis. « Impact Factor: a Valid Measure of Journal Quality? », *Journal of the Medical Library Association*, 91, 2003, p. 42-46.
- Seglen, Per O. « Why the Impact Factor of Journals Should Not Be Used for Evaluating Research », *British Medical Journal*, 1997, p. 498-502.
- Sinding, Christiane. « Clinical Research and Basic Science : the Development of the Concept of End-Organ Resistance to a Hormone », *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 45, 1990, p. 198-232.
- Small, Henry G. « A Co-Citation Model of a Scientific Specialty : A Longitudinal Study of Collagen Research », *Social Studies of Science*, 7, 1977, p. 139-166.
- Swazey, Judith P. et Renée C. Fox. « Remembering the Golden Age of Patient-Oriented Clinical Research », *Perspectives in Biology and Medicine*, 47, 2004 p. 487-504.
- Tubiana, Maurice. *Le cancer*, Paris, Presses Universitaires de France, 2003.
- Van Helvoort, Ton. « A Century of Research into the Cause of Cancer : Is the New Oncogene Paradigm Revolutionary? », *History and Philosophy of the Life Sciences*, 21 (3), 1999, p. 293-330

Van Raan, Anthony F. J. (éd.). *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Amsterdam, Elsevir Science Publishers, 1988.

Weinberg, Robert A. *One Renegade Cell: How Cancer Begins*, New York, Basic Books, 1998.

Wong, Stephane et Owen N. Witte. The « The BCR-ABL Story: Bench to Bedside and Back ... », *Annual Review of Immunology*, 22, 2004, p. 24