

L'internationalisation de la recherche scientifique québécoise : comparaisons nationales, disciplinaires et effets de sexe, 1980-2005

Vincent Larivière

Observatoire des sciences et des technologies (OST)

Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST)

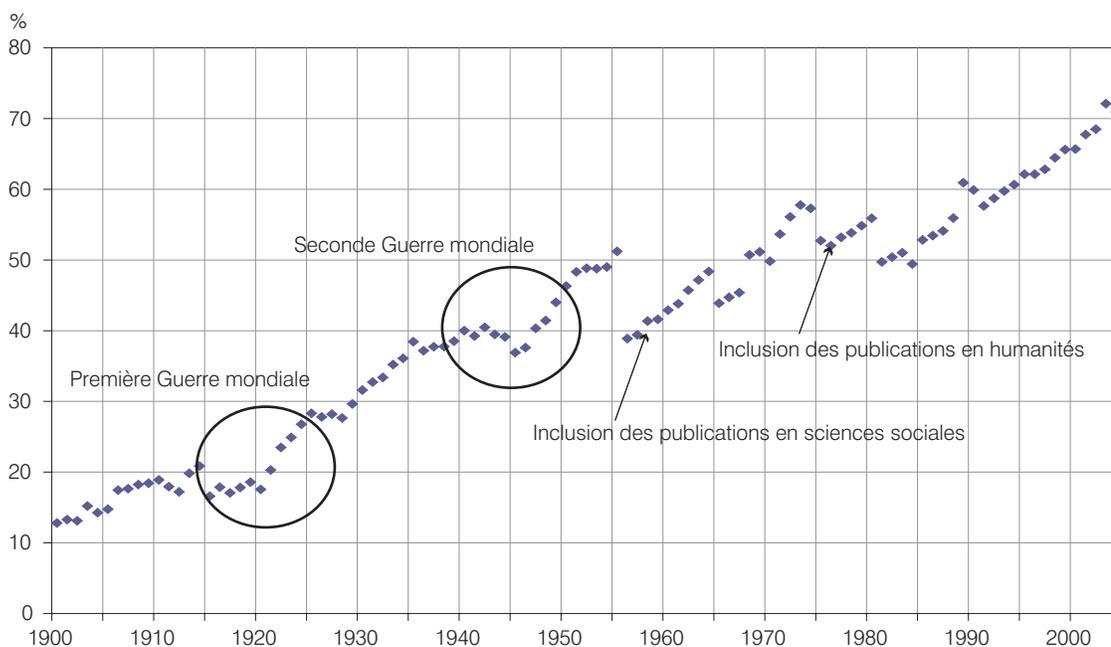
Université du Québec à Montréal

Introduction

Les échanges internationaux en science ne datent pas d'hier. Déjà, au début du xvii^e siècle – soit avant même la création des premières revues savantes –, le père Marin Mersenne était le noyau d'un réseau international de correspondants, transcrivant les lettres de ses pairs pour les envoyer à d'autres, servant ainsi à sa façon de forum d'échange et de diffusion des connaissances (Maury, 2003). Plus tard, dans la seconde moitié du xvii^e siècle, les revues nouvellement fondées – telles que le *Journal des sçavans* et les *Philosophical Transactions of the Royal Society* – sont devenues le lieu de publication et d'échange des connaissances scientifiques. Jusqu'au début du xix^e siècle, la coécriture d'articles est demeurée relativement stable, variant entre 0 % et 5 % des articles, selon les disciplines (deB. Beaver et Rosen, 1978). C'est avec la professionnalisation de la science, telle qu'elle s'impose en France entre 1800 et 1830, que les activités de collaboration acquièrent une certaine importance (deB. Beaver et Rosen, 1979a). À cette époque, toutefois, la collaboration dépasse rarement les frontières d'un pays, bien que le partage des connaissances au sein de la modeste communauté scientifique se fasse déjà depuis plus d'un siècle à l'échelle internationale.

Ce n'est véritablement qu'au tournant du xx^e siècle que les activités de collaboration – mesurées par les cosignatures – prennent véritablement leur envol et connaissent ensuite une croissance soutenue jusqu'à nos jours (figure 1). En effet, alors qu'en 1900 un peu plus de 10 % des articles scientifiques étaient le fruit d'une collaboration, ce pourcentage s'élève à 70 % en 2005. C'est donc dire qu'une très grande majorité des articles publiés en 2005, toutes disciplines confondues, sont signés par plus d'un auteur. La figure 1 révèle également l'effet des deux guerres mondiales sur les pratiques de collaboration des chercheurs. Dans les deux cas, non seulement la guerre a-t-elle stoppé la croissance des activités de collaboration, mais elle les a également fait diminuer, conséquence évidente de la rupture des relations scientifiques (et diplomatiques) entre certains pays. La figure 1 montre également que les activités de collaboration ont crû de façon rapide après la Première Guerre mondiale, tel que l'ont souligné deB. Beaver et Rosen (1979b). Elles ont également augmenté de façon régulière après la Seconde Guerre mondiale, les « sauts » dans les données au milieu des années 1950 et au milieu des années 1970 étant causés par l'inclusion des publications en sciences sociales et humanités, respectivement. Enfin, on constate une croissance assez linéaire des activités de collaboration depuis le début des années 1980.

Figure 1
Pourcentage des articles scientifiques coécrits, de 1900 à 2005¹



1. L'auteur tient à remercier le professeur Yves Gingras, titulaire de la chaire de recherche du Canada en histoire et sociologie des sciences, pour avoir fourni l'accès aux données du *Century of Science* de Thomson Scientific, entre 1900 et 1979.

Sources : Thomson Scientific, *Century of Science*, *Science Citation Index^{MC}* (SCI), *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHCI).

Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

Ainsi, la collaboration fait aujourd'hui partie intégrante de l'activité scientifique. Que ce soit pour des raisons financières, de visibilité, de spécialisation ou d'instrumentation (voir Katz et Martin, 1997, pour une revue des facteurs poussant les chercheurs à collaborer), les chercheurs canadiens et québécois rédigent une part non négligeable de leurs publications scientifiques en collaboration. Cet article s'intéresse à l'une des facettes que prend cette collaboration en recherche : la collaboration internationale. Mentionnons d'emblée que les pratiques de collaboration des chercheurs canadiens ont fait l'objet de plusieurs études à ce jour. En effet, Gingras, Godin et Foisy (1999) ont montré l'importance grandissante que prennent, pour les chercheurs canadiens en sciences naturelles et génie et en sciences sociales, les activités de collaboration internationale. D'autres travaux subséquents (Larivière, Lebel et Lemelin, 2004; Larivière, Gingras et Archambault, 2006) ont confirmé ces tendances, à une exception près, à savoir que les chercheurs canadiens en humanités ne cosignent pratiquement pas d'articles, que ce soit avec des collègues canadiens ou des partenaires étrangers. Ces données suggèrent donc que, si collaboration il y a dans ces disciplines, elle ne prend vraisemblablement pas la forme de la cosignature d'articles.

Bien que ces travaux donnent une idée des pratiques de collaboration des chercheurs québécois, aucune étude ne s'est intéressée particulièrement au cas du Québec qui, pour des raisons de langue entre autres, pourrait connaître des pratiques de collaboration différentes. La première partie de cet article s'intéresse donc à la comparaison entre les pratiques de collaboration des chercheurs québécois et celles des chercheurs ontariens, canadiens et d'autres pays. Après avoir comparé le taux de collaboration des articles québécois avec celui des autres territoires, nous analysons les choix des partenaires internationaux des chercheurs québécois en les comparant à ceux des chercheurs canadiens, ce qui permettra de vérifier si les premiers adoptent des pratiques

de collaboration différentes de celles des seconds. Enfin, cette section analyse les différentes pratiques de collaboration selon les disciplines des sciences naturelles et génie, des sciences sociales, ainsi que des humanités.

La deuxième partie de l'article étudie la prévalence de la collaboration, non pas en la mesurant en pourcentage des articles, mais plutôt en pourcentage des professeurs-chercheurs des universités québécoises qui la pratiquent. Autrement dit, nous y analysons la prévalence, chez les professeurs-chercheurs, des partenariats internationaux. Nous pourrions ainsi voir si les activités de collaboration sont répandues de façon égale dans le corps professoral des universités québécoises, ou si les pourcentages d'articles en collaboration internationale sont l'apanage d'un groupe restreint de chercheurs extrêmement productifs. Cette section contient également une série de données ventilées selon le sexe, ce qui permet de mesurer si les femmes et les hommes ont les mêmes pratiques de collaboration internationale. En effet, alors que de nombreuses études se sont intéressées à la productivité des hommes et des femmes en sciences (voir Kyvik, 1990; Long, 1990 et 1992; Fox, 2005), bien peu de travaux ont cherché à différencier les pratiques de collaboration selon le sexe des auteurs. En fait, à part l'enquête de Kyvik et Teigen (1996) – qui traite d'ailleurs la collaboration en général et non la collaboration internationale en particulier –, aucune étude n'a véritablement cherché à comparer les pratiques de collaboration internationale des chercheurs et chercheuses. Là réside la principale contribution scientifique de cet article.

Méthodes

Les données bibliométriques contenues dans cet article sont tirées des cédéroms *Science Citation Index^{MC}* (SCI), *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHCI) de Thomson Scientific. Bien qu'ils soient généralement utilisés pour faire de la recherche bibliographique, ces cédéroms permettent également, lorsque transformés en base de données relationnelle, de compiler des statistiques sur la recherche. En fait, le principal avantage de cette base de données est le fait qu'on y recense, pour chacun des articles indexés, les adresses des auteurs¹. Ainsi, la présence de toutes les adresses nous permet de compiler des mesures de collaboration. Le calcul de la collaboration internationale est fait de la façon suivante : un article est considéré comme une collaboration internationale lorsqu'il contient au moins deux adresses institutionnelles d'au moins deux pays. À l'échelle canadienne, cela signifie que les articles qui ont au moins une adresse canadienne et une adresse d'un autre pays sont considérés comme le résultat d'une collaboration internationale.

Le SCI, le SSCI et le AHCI recensent plusieurs types de documents, entre autres des articles, des notes de recherche et des articles de synthèse, mais également des comptes rendus de livres, des comptes rendus de conférences, des éditoriaux, etc. Toutefois, seuls les articles, les notes de recherche et les articles de synthèse sont généralement retenus pour la production d'études bibliométriques, puisqu'ils constituent les principaux modes de diffusion des connaissances nouvelles. Il n'y a toutefois pas de normes claires à ce sujet (Moed, 1996), d'autres types de documents étant considérés comme une contribution à l'avancement des connaissances dans certaines disciplines, tandis qu'ils ne le sont pas dans d'autres². La banque de données en sciences naturelles et génie de l'OST utilise une classification disciplinaire utilisée par la National Science Foundation aux États-Unis. Le principal avantage de cette classification par rapport à celle que fournit Thomson Scientific est qu'elle classe chaque revue dans une seule spécialité, ce qui évite les doubles comptes lorsque les données sont présentées par discipline. Par contre, aucune classification semblable n'a été élaborée pour les humanités. L'OST a créé sa propre classification, qui s'inspire à la fois de la classification de Thomson Scientific et de celle utilisée par la National Science Foundation.

1. En comparaison, *PubMed/Medline* ne recense que l'adresse du premier auteur.

2. Entre autres, les comptes rendus de conférences en informatique. Voir Visser et Moed, 2005.

Cet article contient également des données sur les pratiques de collaboration des chercheurs québécois sur le plan individuel. La compilation de ces données a été rendue possible par la réalisation, à l'été 2006, d'un important travail de reconstitution des dossiers de publication des professeurs des universités québécoises³. Le fait de disposer des données nominales de chacun des professeurs des universités québécoises a également permis de leur attribuer un sexe, sur la base de leur prénom. Puisque certains prénoms peuvent être masculins ou féminins (Dominique, Claude, etc.), il n'a été possible d'assigner un sexe qu'à 89 % des professeurs québécois (n = 10 908).

Bibliométrie et sciences sociales

Bien que les méthodes bibliométriques aient acquis une certaine légitimité dans l'analyse et l'évaluation des pratiques de recherche en sciences naturelles et génie, leur application à l'analyse des sciences sociales et humaines demande davantage de prudence. En fait, les méthodes bibliométriques ne sauraient être acceptées en bloc comme elles le sont généralement en sciences naturelles et génie. L'utilisation dans ces disciplines des méthodes bibliométriques de comptage d'articles pose deux principaux problèmes. Premièrement, le SSCI et le AHCI couvrent très mal la littérature écrite dans une langue autre que l'anglais et, deuxièmement, elles ne recensent pas du tout les publications autres que les articles de revue. Tandis que ce dernier problème est dû aux modes de diffusion propres aux différentes disciplines – les chercheurs tendent à publier moins d'articles et davantage de livres dans les sciences sociales et humaines (Larivière et collab., 2006) –, le premier problème est causé par les préférences des chercheurs en sciences sociales et humaines quant à la langue de diffusion des connaissances et d'objets de recherche (Gingras, 2002). La portée de ces préférences et des limites qui leur sont associées varie beaucoup selon les disciplines. En effet, certaines disciplines des sciences sociales, telles l'économie, l'administration et la psychologie, sont davantage internationalisées – les objets d'étude sont moins locaux – et leurs résultats généralement diffusés en langue anglaise. En outre, l'article scientifique y joue un rôle plus important (Larivière et collab., 2006).

Malgré tout, la mesure de la collaboration à partir des articles s'avère sans doute la meilleure des solutions disponibles. En effet, selon Moody (2004), les livres ont un taux de collaboration généralement plus bas que les articles. Les articles scientifiques sont donc un média plus révélateur pour l'analyse des collaborations, tant en sciences naturelles qu'en sciences sociales et humaines – bien qu'il faille toutefois se garder de généraliser les résultats à l'ensemble de la littérature produite par les chercheurs.

La collaboration internationale des publications québécoises : comparaisons nationales et disciplinaires

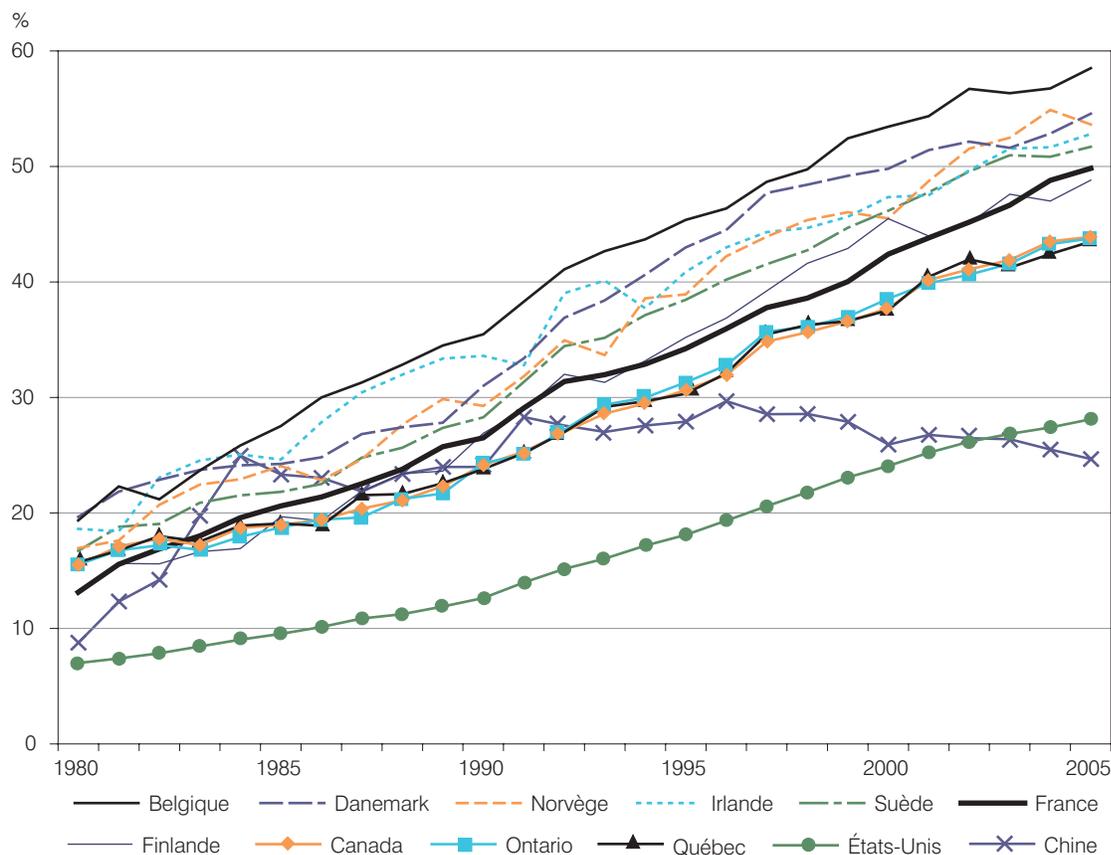
La figure 2 présente l'évolution du taux de collaboration internationale en sciences naturelles et génie depuis 1980 pour le Québec, l'Ontario, le Canada, ainsi que pour certains pays. On constate que le Québec se situe vers le milieu du peloton, affichant un pourcentage de collaboration internationale identique à celui de l'Ontario et du Canada, soit environ 44 % en 2005. Les petits pays européens que sont la Belgique, le Danemark, la Norvège, l'Irlande et la Suède publient, en 2005, plus de la moitié de leurs articles en collaboration internationale. La France et la Finlande sont, pour leur part, juste en deçà de 50 %. Alors que les activités de collaboration internationale des États-Unis augmentent de façon linéaire – tout en étant bien inférieures à celles des autres pays –, celles de la Chine suivent une tendance bien différente. En effet, après avoir augmenté jusqu'en 1990, elles se sont stabilisées jusqu'en 1995 et ont ensuite décliné de façon constante, conséquence de l'accroissement exponentiel de sa production scientifique (Leydesdorff et Wagner, 2007). Plus la production scientifique d'un pays est importante, plus les chercheurs de ce pays ont des chances de se trouver des collaborateurs à l'intérieur de ses frontières. Ces chiffres tendent

3. Nous tenons d'ailleurs à remercier le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, ainsi que les trois fonds québécois d'aide à la recherche (FQRNT, FQRSC et FRSQ) pour leur soutien dans la réalisation du travail de reconstitution des dossiers de publication de chacun des professeurs-chercheurs québécois.

également à démontrer que l'augmentation significative de la production scientifique chinoise n'est pas due à un effet de collaboration, mais principalement le fruit de la croissance des activités de recherche nationale.

Figure 2

Taux de collaboration internationale de certaines économies en sciences naturelles et génie, de 1980 à 2005

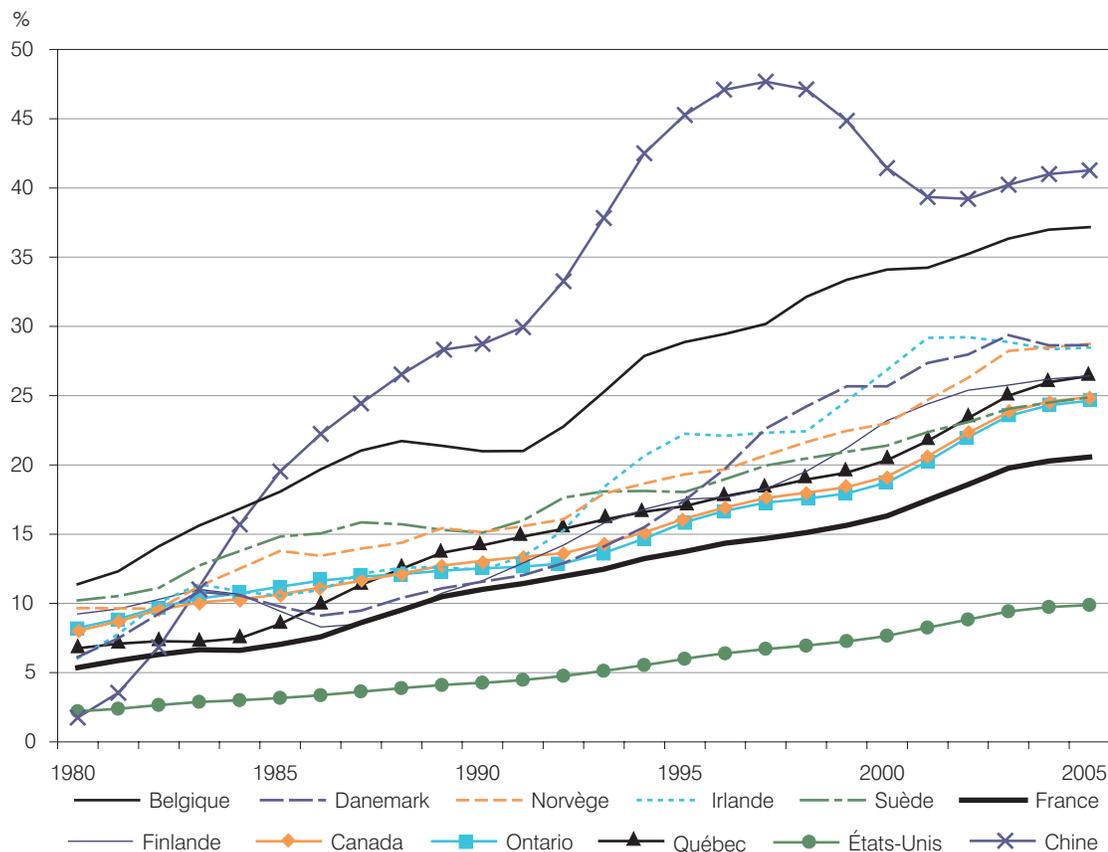


Source : Thomson Scientific, *Science Citation Index^{MC}* (SCI).

Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

Pour la majorité des pays, les données en sciences sociales et humaines suivent une tendance analogue (figure 3). En effet, on constate, dans tous les pays, une augmentation des activités de collaboration internationale. Toutefois, alors qu'en 2005 les publications des pays étaient écrites avec des partenaires internationaux dans une proportion globale de 40 % à 60 % en sciences naturelles et génie, cette part est deux fois moins élevée en sciences sociales et humaines, soit entre 20 % et 30 %. Les rangs des pays changent peu d'une famille disciplinaire à l'autre. La Chine se distingue toutefois par le plus haut taux de collaboration internationale en sciences sociales et humaines parmi les pays sélectionnés. Cette singularité est sans doute causée à la fois par le faible nombre de publications du pays et par le biais anglo-américain des bases de données de Thomson Scientific. Lorsque les chercheurs chinois publient en anglais en sciences sociales et humaines, ils le font généralement avec des collègues étrangers.

Figure 3

Collaboration internationale de certaines économies en sciences sociales et humaines (moyennes mobiles de trois ans), de 1980 à 2005¹


1. Afin de faciliter la lecture de certains graphiques en sciences sociales et humaines, les données sont présentées sous forme de moyennes mobiles sur trois ans (figures 3 et 7).

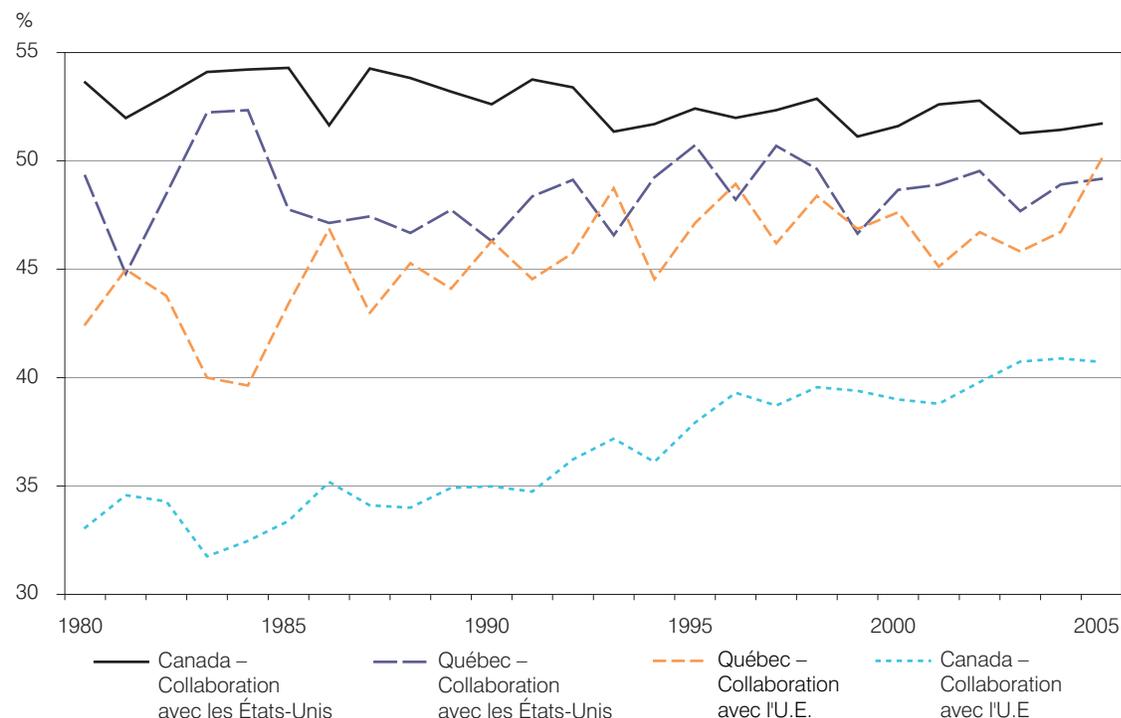
Sources : Thomson Scientifique, *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHCI).

Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

Nous avons montré dans un article précédent (Larivière, Gingras et Archambault, 2006) que les partenaires de collaboration des chercheurs québécois étaient différents de ceux des autres chercheurs canadiens. La figure 4, qui présente l'importance relative des partenaires européens et états-uniens dans les activités de collaboration des chercheurs canadiens et québécois, confirme cette observation. On y remarque que l'importance relative des États-Unis est beaucoup plus grande pour les chercheurs canadiens dans l'ensemble que pour les chercheurs québécois. À l'opposé, les collaborations avec l'Union européenne ont une importance relative beaucoup plus élevée chez les chercheurs québécois que chez les chercheurs canadiens, principalement à cause des fortes relations bilatérales entre le Québec et la France. La figure 4 montre également le déclin relatif des collaborations des chercheurs canadiens avec les chercheurs états-uniens et la montée des collaborations avec les chercheurs européens, signe indéniable d'une diversification des partenariats de recherche.

En sciences sociales et humaines, les liens avec les États-Unis sont significativement plus importants qu'en sciences naturelles et génie (figure 5). En fait, deux forces antagonistes sont à l'œuvre dans cette figure : 1. le fait que les objets d'étude des chercheurs québécois en sciences sociales et humaines sont liés à ceux de la France pour des raisons de langue et d'histoire communes; 2. le fait que les bases de données en sciences sociales et humaines de Thomson Scientifique ont un biais

Figure 4

Pourcentage de la collaboration internationale du Québec et du Canada effectuée avec les États-Unis et l'Union européenne en sciences naturelles et génie, de 1980 à 2005

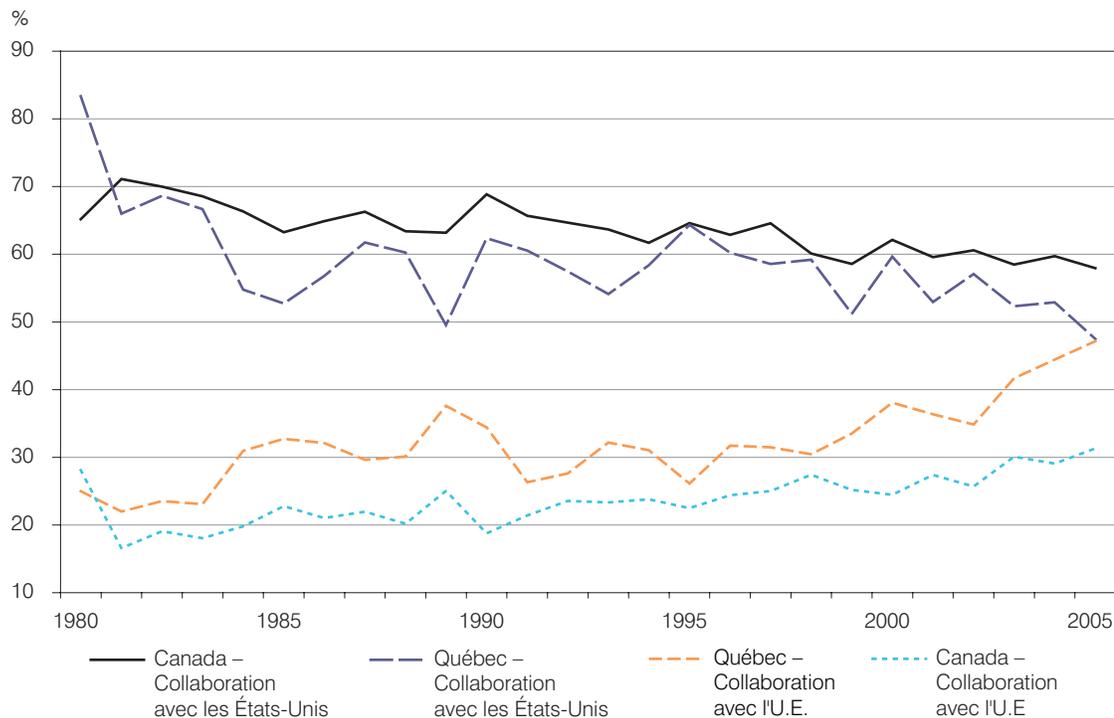
Sources : Thomson Scientific, *Science Citation Index*^{MC} (SCI), *Social Sciences Citation Index*^{MC} (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index*^{MC} (AHCI).

favorable à la littérature écrite en langue anglaise. En conséquence, les publications québécoises recensées en sciences sociales et humaines ont davantage de chances d'être liées à des objets communs avec les États-Unis qu'avec la France, puisque les articles recensés sont généralement écrits en anglais.

Que ce soit dans l'ensemble du Canada ou au Québec, l'importance relative des États-Unis a diminué de façon constante depuis le début des années 1980, alors que celle de l'Union européenne a crû de façon significative. On assiste donc à une diversification des partenaires du Québec et du Canada en sciences sociales et humaines, d'une façon encore plus marquée qu'en sciences naturelles et génie. Il est d'ailleurs intéressant de souligner que, pour le Québec, l'écart entre l'Union européenne et les États-Unis s'est rétréci considérablement au cours de la période, si bien que le nombre de collaborations est quasi identique en 2005. Mentionnons enfin que, dans les figures 4 et 5, le Canada et le Québec ne sont pas des ensembles mutuellement exclusifs – les publications québécoises étant incluses dans l'ensemble canadien – et qu'en conséquence, l'écart dans le choix des collaborateurs des chercheurs des deux entités serait vraisemblablement encore plus grand si les publications québécoises étaient exclues de l'ensemble canadien.

Figure 5

Pourcentage de la collaboration internationale du Québec et du Canada effectuée avec les États-Unis et avec l'Union européenne en sciences sociales et humaines, de 1980 à 2005



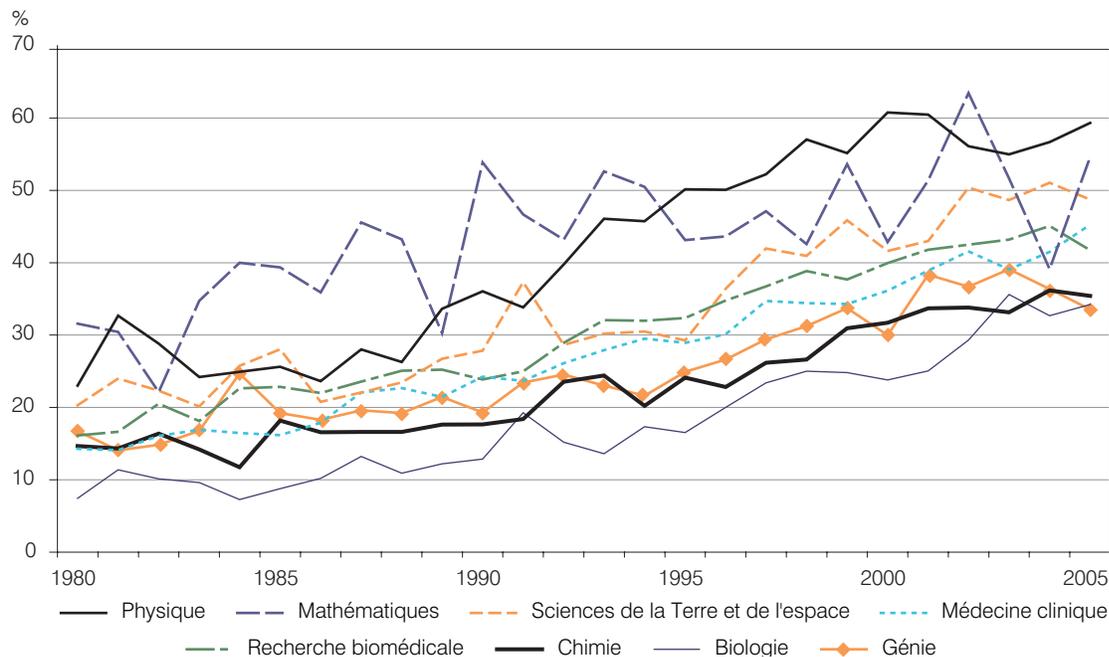
Sources : Thomson Scientific, *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHC).
 Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

L'intensité des activités de collaboration internationale des chercheurs varie de façon considérable entre les différentes disciplines des sciences naturelles et génie (figure 6). Force est de constater que ces activités ont crû de façon significative dans chacune des disciplines. En effet, alors que le taux de collaboration internationale variait entre 8 % (biologie) et 32 % (mathématiques) en 1980, il se situe entre 33 % (génie) et 60 % (physique) en 2005. Dans l'ensemble, les collaborations internationales représentent aujourd'hui environ un article québécois sur trois en génie, en biologie et en chimie, un peu moins d'un article sur deux en médecine clinique, en recherche biomédicale et en sciences de la Terre et de l'espace, et pratiquement deux articles sur trois en mathématiques et en physique.

En sciences sociales et humaines (figure 7), deux tendances se dégagent d'autant de familles disciplinaires. En effet, alors qu'en sciences sociales (psychologie, sciences sociales et gestion et administration), on constate une augmentation significative des activités de collaboration – elles passent d'environ 10 % à plus de 30 % –, dans les humanités (beaux-arts, humanités et littérature), la prévalence de ces activités demeure relativement stable autour de 5 % pendant presque toute la période, bien qu'on remarque une légère augmentation depuis la fin des années 1990. Ces résultats sont analogues à ce que Larivière, Gingras et Archambault (2006) ont montré quant à l'ensemble des publications canadiennes. Ainsi, en matière d'intensité, les pratiques de collaboration internationale des chercheurs québécois en sciences sociales et humaines ne sont pas différentes de celles de leurs homologues canadiens. Mentionnons également que les différences dans les pratiques de collaboration des chercheurs en sciences sociales et en humanités sont cohérentes avec l'observation de Moody (2004), qui souligne que les chercheurs des disciplines quantitatives sont davantage enclins à collaborer.

Figure 6

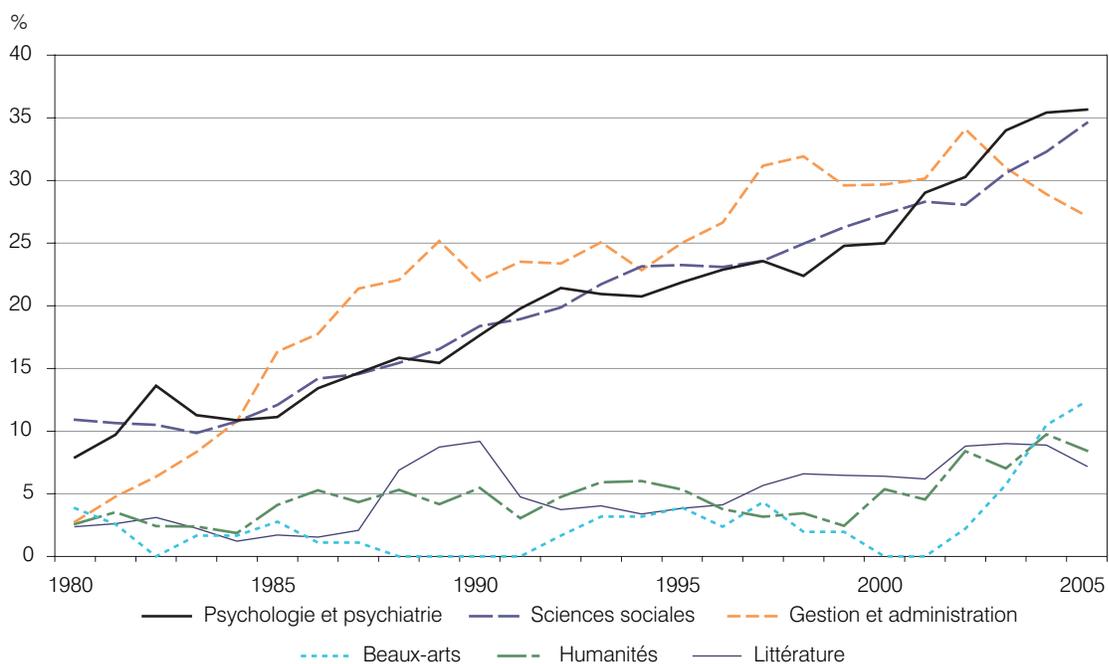
Pourcentage de collaboration internationale des publications québécoises, selon la discipline des sciences naturelles et génie, de 1980 à 2005



Source : Thomson Scientific, *Science Citation Index^{MC}* (SCI).
 Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

Figure 7

Pourcentage de collaboration internationale des publications québécoises, selon la discipline des sciences sociales et humaines (moyennes mobiles de trois ans), de 1980 à 2005

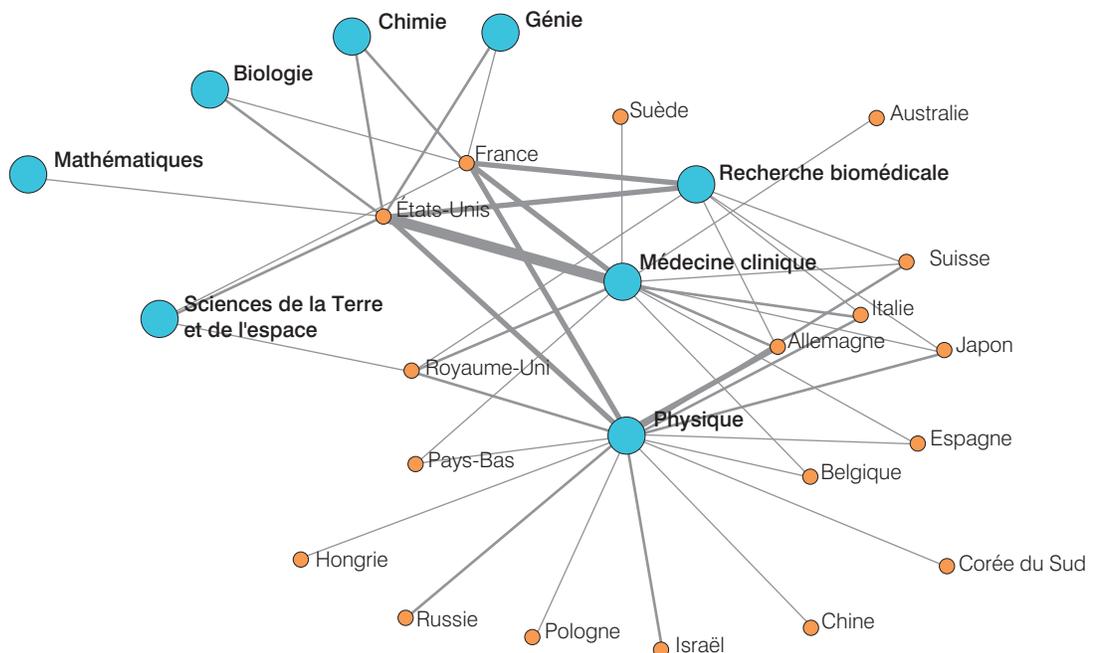


Sources : Thomson Scientific, *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHC).
 Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

Construites avec les logiciels Ucinet et Netdraw (Borgatti, Everett et Freeman, 2002; Borgatti, 2002), les figures 8 et 9 présentent les principaux partenaires des chercheurs québécois selon la discipline des sciences naturelles et génie (figure 8) et des sciences sociales et humaines (figure 9). L'épaisseur plus ou moins grande du lien entre les pays et les disciplines dénote l'importance de l'activité de collaboration. En sciences naturelles et génie, on peut remarquer l'importance des collaborations avec les États-Unis dans chacune des disciplines. En effet, les États-Unis sont le seul pays avec lequel les chercheurs québécois ont des liens importants (250 articles et plus coécrits) dans chacune des disciplines au cours de la période. Les auteurs québécois ont également des liens importants avec la France dans toutes les disciplines, sauf en mathématiques. L'Allemagne et le Royaume-Uni viennent ensuite, pays avec lesquels le Québec a des relations scientifiques d'importance dans quatre disciplines.

Si nous analysons maintenant la même figure du point de vue des disciplines, on constate que c'est en physique que les chercheurs québécois ont le plus grand nombre de partenariats importants (15 pays), sans doute à cause des grands projets internationaux de *big science* nécessaires à la collecte des données empiriques dans ces disciplines et des coûts qui leur sont associés. Vient ensuite la médecine clinique (12 pays), qui doit vraisemblablement la diversité des pays collaborateurs aux essais cliniques à grande échelle; on trouve ensuite, par ordre d'importance, la recherche biomédicale (6 pays), les sciences de la Terre et de l'espace (3 pays), la biologie, la chimie et le génie (2 pays) et, enfin, les mathématiques (un pays).

Figure 8
Réseau des collaborateurs internationaux du Québec, selon la discipline des sciences naturelles et génie, période 1980 à 2005¹



1. Seuls les pays avec lesquels le Québec a coécrit au moins 250 articles au cours de la période sont présentés.

Source : Thomson Scientific, *Science Citation Index^{MC}* (SCI).

Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

La collaboration internationale des universitaires québécois

La section précédente a montré que la part des publications québécoises en collaboration internationale atteint, en 2005, 45 % dans les disciplines des sciences naturelles et génie et 27 % dans les sciences sociales et humaines. Il est toutefois possible que ces hauts pourcentages soient le fait de quelques individus extrêmement productifs ayant un fort pourcentage de leurs publications écrites avec des partenaires étrangers et que, en conséquence, les activités de collaboration internationale soient moins répandues au sein du corps professoral québécois que ne le laisse supposer la seule étude des publications. Cette section évalue donc la prévalence des partenariats internationaux au sein du corps professoral universitaire québécois, telle que la révèle le pourcentage des professeurs qui ont coécrit au moins un article avec un chercheur étranger. Nous vérifions également si l'intensité des activités de collaboration internationale est aussi élevée chez les hommes et chez les femmes, en d'autres termes, si les activités de collaboration internationale ont un sexe.

La figure 10 présente, selon la discipline, le pourcentage des chercheurs québécois ayant collaboré à l'échelle internationale ainsi que le taux global de collaboration internationale des articles. On y remarque qu'en santé et en sciences naturelles et génie, le pourcentage des chercheurs québécois ayant collaboré avec des partenaires étrangers est significativement plus élevé que la proportion d'articles coécrits. En effet, alors qu'en 2005 la majorité des chercheurs de ces deux disciplines avait des partenaires internationaux, moins de 45 % des articles comptait un collaborateur étranger. Un écart similaire, bien que moins important, est également observable en sciences

Figure 10

Pourcentage des professeurs universitaires québécois ayant publié au moins un article avec un partenaire étranger et pourcentage de collaboration des publications québécoises, selon la discipline, de 2000 à 2005



Sources : Thomson Scientific, *Science Citation Index*^{MC} (SCI), *Social Sciences Citation Index*^{MC} (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index*^{MC} (AHCI).

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec, *Système d'information sur la recherche universitaire* (SURU); FQRNT, FQRSC et FRSQ.

Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

sociales et humaines. C'est donc dire que, dans chacune des disciplines, bon nombre de chercheurs collaborent à l'échelle internationale, mais que ces activités représentent un plus faible pourcentage de leurs articles. Cela tend également à montrer que la mesure de la collaboration internationale basée exclusivement sur les articles sous-estime la prévalence des partenariats internationaux parmi les chercheurs et qu'ainsi, cette prévalence est plus étendue que ne le laisse croire la seule mesure des articles. Enfin, cette figure montre que, dans toutes les disciplines, les hauts pourcentages de collaboration internationale des articles ne sont pas le fait d'un petit groupe de chercheurs productifs ayant d'intenses partenariats internationaux, mais bien que la présence d'une activité de collaboration internationale est distribuée de façon relativement homogène au sein de la population des professeurs universitaires québécois.

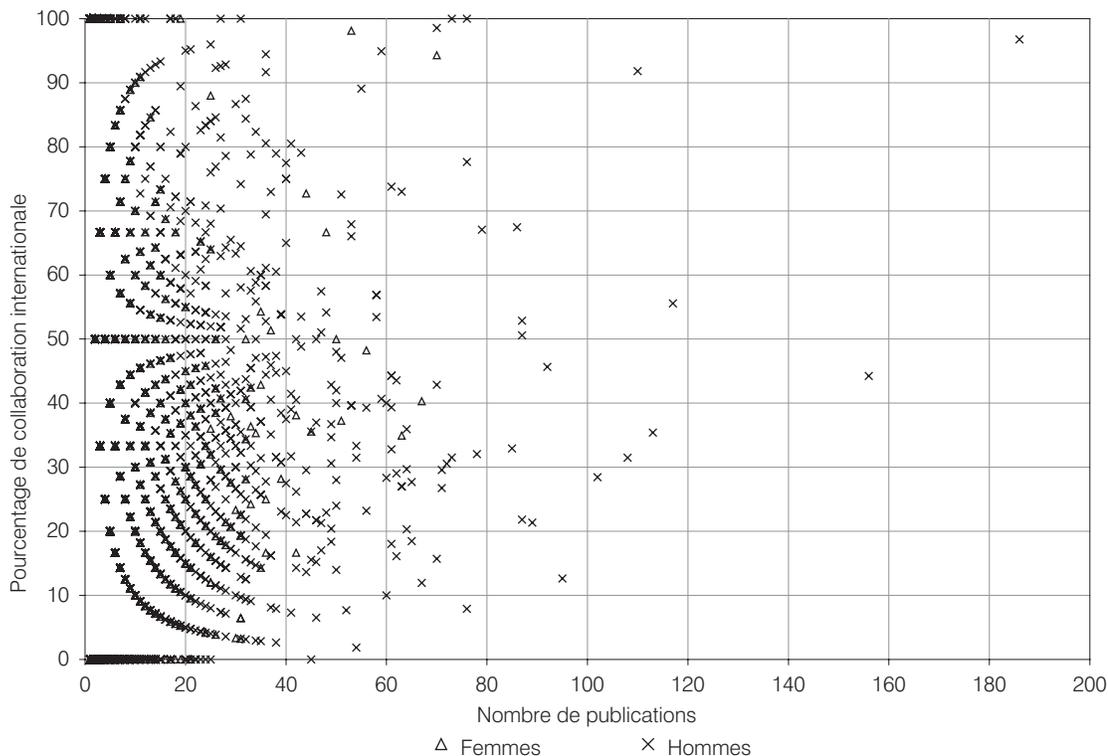
Comme on peut le supposer, les professeurs québécois ne collaborent pas tous à l'échelle internationale avec la même intensité. La figure 11 présente, pour l'ensemble des universitaires québécois ventilés selon le sexe, la relation entre le nombre de publications et le pourcentage de ces publications écrites en collaboration internationale, chaque point représentant un individu. À première vue, on remarque une faible corrélation entre le nombre de publications d'un chercheur et le taux de collaboration internationale de ses articles. Ainsi, contrairement à ce que Lee et Bozeman (2005) ont mesuré au sujet de la collaboration en général, la forte production scientifique d'un chercheur n'est pas corrélée avec un plus grand nombre de partenariats internationaux, de la même façon que le haut taux de collaboration internationale d'un chercheur ne peut s'expliquer par une plus grande productivité. Soulignons également le fait qu'il y a beaucoup plus de chercheurs qui ont une minorité de leurs publications écrites avec des chercheurs étrangers que de chercheurs qui en ont une majorité⁵.

La figure attire également l'attention sur certaines différences dans les pratiques de publication et de collaboration des hommes et des femmes. Premièrement, on remarque qu'il y a beaucoup plus d'hommes très productifs ($n=73$) que de femmes ($n=7$), ce qui est cohérent avec les données de Long (1992). En effet, alors que les femmes constituent environ 30 % du corps professoral universitaire québécois, elles représentent à peine 10 % de la population des chercheurs ayant écrit 50 articles et plus au cours de la période. Les femmes sont également beaucoup plus présentes dans le bas du graphique (faible taux de collaboration) que dans le haut (fort taux de collaboration).

5. Le lecteur remarquera également que la disposition des points sur le graphique suit certaines tendances prédéterminées, causées par le fait que le nombre de publications d'un chercheur détermine le pourcentage *possible* de sa collaboration internationale. En effet, le pourcentage de collaboration d'un chercheur qui a deux publications ne peut être que de 0 %, 50 % et 100 %; celui d'un chercheur qui a trois publications 0 %, 33 %, 66 % et 100 %, et ainsi de suite. De la sorte, plus le nombre de publications d'un chercheur est élevé, plus le nombre de pourcentages de collaboration internationale *possibles* est élevé.

Figure 11

Relation entre le nombre de publications et le pourcentage de publications en collaboration internationale, selon le sexe des professeurs universitaires québécois, période 2000 à 2005



Sources : Thomson Scientific, *Science Citation Index^{MC}* (SCI), *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHC).

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec, *Système d'information sur la recherche universitaire* (SURU); FQRNT, FQRSC et FRSQ.

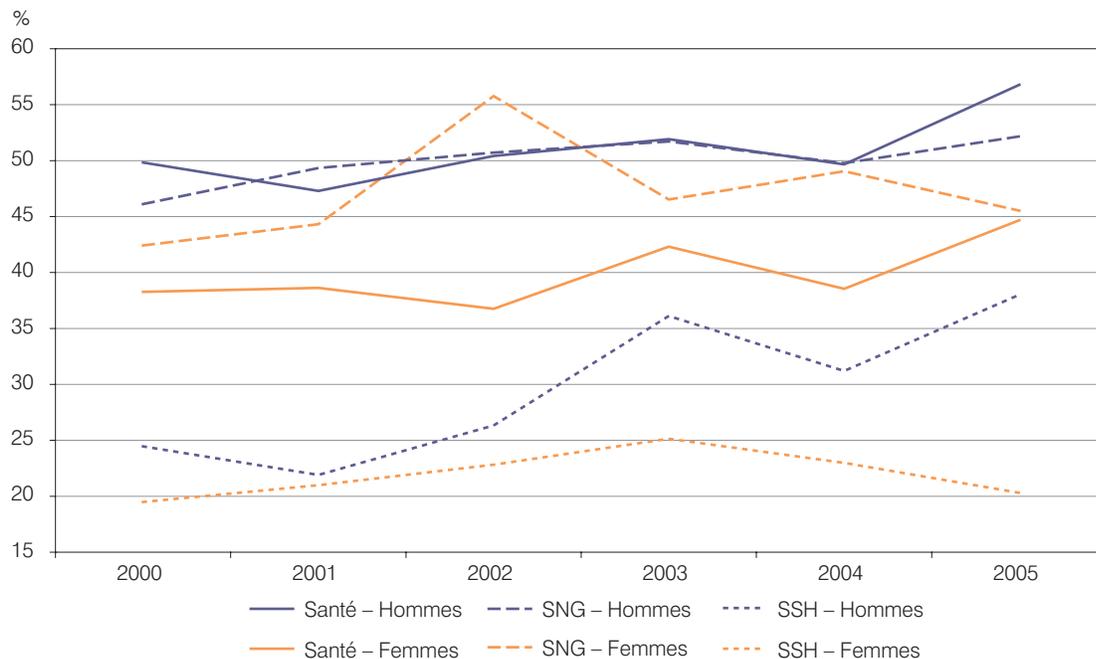
Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

La figure 12 tend à confirmer cette observation. En effet, tant dans les disciplines de la santé que dans celles des sciences sociales et humaines, un pourcentage significativement plus faible de femmes que d'hommes poursuit des activités de collaboration internationale. Et bien que l'écart soit moins notable en sciences naturelles et génie, on peut néanmoins remarquer que, globalement, la collaboration internationale prend une place moins importante pour les femmes que pour les hommes. Alors que le rapport entre les deux courbes est relativement stable en santé et en sciences naturelles et génie, on voit que, en sciences sociales et humaines, l'écart s'est creusé au cours des dernières années.

Qu'est-ce qui peut causer cet écart? Une première explication nous vient de Cole (1979 et 1981) qui suggère que les femmes sont moins bien intégrées dans les réseaux informels de chercheurs, ce qui réduit d'autant leurs chances d'avoir des collaborateurs étrangers. Une autre explication nous vient de Long (1990) et Kyvik (1990) qui avancent, pour leur part, que les possibilités de collaboration sont grandement réduites pour les femmes qui ont de jeunes enfants, alors que ces mêmes jeunes enfants n'ont aucun effet sur la carrière des chercheurs masculins. Un troisième élément qui pourrait influencer les pratiques de collaboration est la spécialité disciplinaire dans laquelle les chercheurs évoluent. En effet, chacune des familles de disciplines présentées dans la figure 12 se subdivise en plusieurs spécialités, chacune d'elles ayant vraisemblablement ses propres pratiques de collaboration internationale. Ainsi, si les femmes sont surreprésentées dans certaines de ces spécialités où l'on collabore moins à l'échelle internationale, les différences quant à l'importance de leurs activités de collaboration s'expliquent peut-être davantage par leurs choix

Figure 12

Pourcentage des professeurs universitaires québécois ayant publié au moins un article avec un partenaire étranger, selon la discipline et le sexe des auteurs, de 2000 à 2005



Sources : Thomson Scientific, *Science Citation Index^{MC}* (SCI), *Social Sciences Citation Index^{MC}* (SSCI) et *Arts and Humanities Citation Index^{MC}* (AHCI).

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec, *Système d'information sur la recherche universitaire* (SURU); FQRNT, FQRSC et FRSQ.

Compilation : Observatoire des sciences et des technologies.

de discipline ou d'objet d'étude. Même si cette hypothèse apporte un bémol aux données, le fait demeure néanmoins : les femmes ont des activités de collaboration internationale moins importantes que les hommes.

Conclusion

Les données contenues dans cet article ont montré qu'une part de plus en plus importante des publications québécoises, canadiennes et mondiales est le fruit d'une collaboration internationale. En ce qui concerne la Chine, la tendance est inverse, conséquence de l'augmentation exponentielle de sa production scientifique. Aussi, bien que les activités de collaboration internationale aient, tant en sciences naturelles et génie qu'en sciences sociales et humaines, la même importance pour les chercheurs québécois et les chercheurs canadiens, le choix de leurs partenaires diffère. En effet, même si les deux territoires ont d'importants liens avec les États-Unis, les chercheurs québécois sont significativement plus enclins à collaborer avec des chercheurs de l'Union européenne – principalement français – que ne le sont leurs collègues canadiens. Étonnamment, les liens des chercheurs québécois avec la France apparaissent plus importants en sciences naturelles et génie qu'en sciences sociales et humaines, bien que cela soit, selon toute probabilité, causé par le biais anglo-américain de la base de données dans ces disciplines. Soulignons également que, dans les humanités, les chercheurs québécois, tout comme les chercheurs canadiens, ne collaborent pratiquement pas à l'échelle internationale.

Cet article a également montré que la mesure de la collaboration internationale basée exclusivement sur les articles tend à sous-estimer la prévalence des partenariats internationaux au sein du corps professoral québécois. En effet, dans toutes les disciplines, le pourcentage des chercheurs

qui collaborent à l'échelle internationale est significativement supérieur à celui des articles. Ces chiffres montrent d'ailleurs que les activités de collaboration sont dispersées de façon relativement homogène dans la communauté scientifique québécoise, et que le haut taux de collaboration des articles québécois n'est pas le fait d'un petit groupe de chercheurs extrêmement productifs ayant d'importants partenariats internationaux. Mentionnons aussi qu'à l'échelle individuelle, il n'y a aucune corrélation entre le taux de collaboration internationale des publications et la productivité scientifique. Enfin, la ventilation selon le sexe des données sur les collaborations a montré que, dans chacune des familles de disciplines, les femmes collaboraient significativement moins que les hommes avec des partenaires étrangers. Bien que plusieurs auteurs aient suggéré certaines explications pour rendre compte de ces différences, il est fort possible qu'elles soient simplement dues aux pratiques de collaboration propres aux spécialités disciplinaires dans lesquelles les femmes ont tendance à évoluer. D'autres recherches seront toutefois nécessaires pour mesurer s'il s'agit là de la principale explication du phénomène.

Bibliographie

ARCHAMBAULT, É., É. VIGNOLA-GAGNÉ, G. CÔTÉ, V. LARIVIÈRE et Y. GINGRAS (2006). « Benchmarking Scientific Output in the Social Sciences and Humanities. The Limits of Existing Databases », *Scientometrics*, vol. 68, n° 3, p. 329-342.

BORGATTI, S. P. (2002). *NetDraw. Graph Visualization Software*, Harvard, Analytic Technologies.

BORGATTI, S. P., M. G. EVERETT et L. C. FREEMAN (2002). *Ucinet for Windows. Software for Social Network Analysis*, Harvard, Analytic Technologies.

COLE, J. R. (1981). « Women in Science », *American Scientist*, vol. 69, n° 4, p. 385-391.

COLE, J. R. (1979). *Fair Science. Women in the Scientific Community*, New York, Free Press.

DEB. BEAVER, D., et R. ROSEN (1979a). « Studies in Scientific Collaboration II. Scientific Co-authorship, Research Productivity and Visibility in the French Scientific Elite, 1799-1830 », *Scientometrics*, vol. 1, n° 2, p. 133-149.

DEB. BEAVER, D., et R. ROSEN (1979b). « Studies in Scientific Collaboration III. Professionalization and the Natural History of Modern Scientific Co-authorship », *Scientometrics*, vol. 1, n° 2, p. 231-245.

DE B. BEAVER, D., et R. ROSEN (1978). « Studies in Scientific Collaboration I. The Professional Origins of Scientific Co-authorship », *Scientometrics*, vol. 1, n° 1, p. 65-84.

FOX, M. F. (2005). « Gender, Family Characteristics, and Publication Productivity Among Scientists », *Social Studies of Science*, vol. 35, n° 1, p. 131-150.

GINGRAS, Y. (2002). « Les formes spécifiques de l'internationalité du champ scientifique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, nos 141-142, p. 31-45.

GINGRAS, Y., B. GODIN et M. FOISY (1999). « L'internationalisation de la recherche universitaire au Canada », dans S. L. BOND et J. P. LEMASSON, *Un nouveau monde du savoir. Les universités canadiennes et la mondialisation*, Ottawa, CRDI, p. 77-98.

KATZ, J. S., et B. R. MARTIN (1997). « What Is Research Collaboration? », *Research Policy*, n° 26, p. 1-18.

KYVIK, S. (1990). « Motherhood and Scientific Productivity », *Social Studies of Science*, vol. 20, n° 1, p. 149-160.

KYVIK, S., et M. TEIGEN (1996). « Child Care, Research Collaboration, and Gender Differences in Scientific Productivity », *Science, Technology, & Human Values*, vol. 21, n° 1, p. 54-71.

LARIVIÈRE, V., É. ARCHAMBAULT, Y. GINGRAS et É. VIGNOLA-GAGNÉ (2006). « 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*, vol. 57, n° 8, p. 997-1004.

LARIVIÈRE, V., Y. GINGRAS et É. ARCHAMBAULT (2006). « Canadian Collaboration Networks. A Comparative Analysis of the Natural Sciences, Social Sciences and the Humanities », *Scientometrics*, vol. 68, n° 3, p. 519-533.

LARIVIÈRE, V., J. LEBEL et P. LEMELIN (2004). *Les recherches collaboratives en sciences humaines. Analyse bibliométrique des pratiques*, rapport soumis au Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, 56 p.

LEE, S., et B. BOZEMAN (2005). « The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity », *Social Studies of Science*, vol. 35, n° 5, p. 673-702.

LEEUWEN, T. N. VAN, H. F. MOED, R. J. W. TIJSSSEN, M. S. VISSER et A. F. J. VAN RAAN (2001). « Language Biases in the Coverage of the Science Citation Index and Its Consequences for International Comparisons of National Research Performance », *Scientometrics*, vol. 51, n° 1, p. 335-346.

LEYDESdorFF, L., et C. WAGNER (2007). *Is the United States Losing Ground in Science? A Global Perspective on the World Science System*, http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/us_science/index.htm

LONG, J. S. (1992). « Measures of Sex Differences in Scientific Productivity », *Social Forces*, n° 71, p. 159-178.

LONG, J. S. (1990). « The Origins of Sex Differences in Science », *Social Forces*, n° 68, p. 1297-1316.

MAURY, J. P. (2003). *À l'origine de la recherche scientifique : Mersenne*, Paris, Vuibert.

MOED, H. F. (1996). « Differences in the Construction of SCI Based Bibliometric Indicators Among Various Producers. A First Overview », *Scientometrics*, vol. 35, n° 2, p. 177-191.

MOODY, J. (2004). « The Structure of A Social Science Collaboration Network. Disciplinary Cohesion from 1963-1999 », *American Sociological Review*, vol. 69, n° 2, p. 213-239.

VISSER, M. S., et H. F. MOED (2005). « Developing Bibliometric Indicators of Research Performance in Computer Science », dans P. INGWERSEN et B. LARSEN (dir.), *Proceedings of the 10th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics (ISSI)*, Stockholm, Karolinska University Press, p. 275-279.

