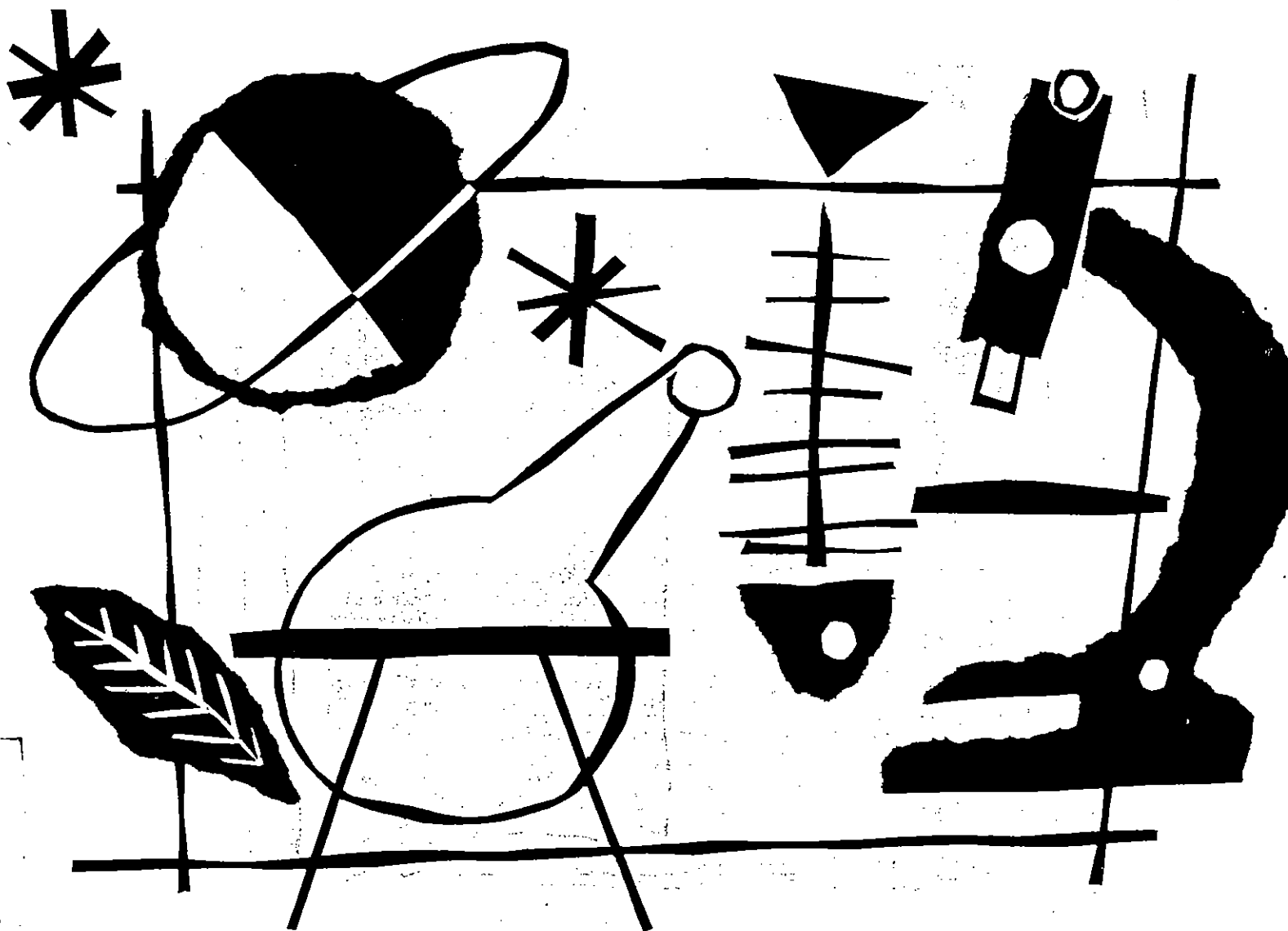


PER1553

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE AU QUÉBEC: PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ DE 1980 À 1988

PAR YVES GINGRAS, MICHEL LECLERC ET CHRISTINE MÉDAILLE



QUE PEUT-ON DIRE DE LA PRODUCTIVITÉ DE NOS INSTITUTIONS DE RECHERCHE QUÉBÉCOISES? COMMENT A-T-ELLE ÉVOLUÉ AU COURS DES DERNIÈRES ANNÉES? CE SONT À CES QUESTIONS QUE TENTENT DE RÉPONDRE LES AUTEURS, EN S'INTÉRESSANT NON SEULEMENT AUX SOMMES INVESTIES EN RECHERCHE, MAIS ÉGALEMENT AUX PUBLICATIONS SAVANTES.

YVES GINGRAS ENSEIGNE L'HISTOIRE DES SCIENCES À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL. IL EST ÉGALEMENT CHERCHEUR AU CENTRE DE RECHERCHE EN DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET TECHNOLOGIQUE (CREDIT). MICHEL LECLERC EST CONSEILLER EN POLITIQUE SCIENTIFIQUE AU MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA SCIENCE. CHRISTINE MÉDAILLE EST AGENTE DE RECHERCHE AU CREDIT.



En novembre dernier, le Fonds FCAR a tenu un colloque sur le thème «La recherche universitaire au Québec: son bilan et son avenir». Comme il est d'usage en ces circonstances, les personnes qui ont organisé la rencontre ou qui y ont participé, ont cherché à mesurer la performance de la recherche québécoise en utilisant comme indicateurs le niveau d'investissement en R-D ainsi

que le nombre de diplômés et diplômées de deuxième et troisième cycles. Toutefois, alors que ce dernier indicateur est une bonne mesure de la productivité de la recherche, le premier ne constitue qu'un *input* et ne nous dit rien sur l'efficacité de l'utilisation qui est faite des sommes investies.

Au Québec, les quelques travaux consacrés à l'analyse du développement de la recherche scientifique se sont généralement limités à des discussions centrées sur la valeur des ressources financières investies, sans qu'on porte jamais une attention suffisante au fait que les budgets alloués à la recherche doivent servir à produire essentiellement deux choses: des diplômés et diplômées de deuxième et troisième cycles, et des connaissances nouvelles, véhiculées le plus souvent par des publications.

Si les données concernant les diplômés font habituellement partie des analyses sur l'état de la recherche au Québec, cela n'est pas encore le cas pour les publications. Or, à l'heure des bilans, il nous semble qu'il est temps de compléter le tableau de la recherche scientifique au Québec, en tenant compte de cet élément fonda-

mental de l'activité scientifique que constituent les publications savantes. En combinant ainsi des mesures d'*input* (dollars consacrés à la recherche universitaire) à des mesures d'*output* (les publications), on sera mieux en mesure d'évaluer la performance réelle des institutions de recherche québécoises.

Le présent article a une visée pédagogique: sensibiliser ceux et celles qui s'intéressent à la question de l'évaluation de la recherche scientifique au Québec — et plus particulièrement les «décideurs» et «décideuses» — aux méthodes qui sont utilisées couramment dans d'autres pays, et présenter quelques résultats qui montrent l'intérêt de ces méthodes.

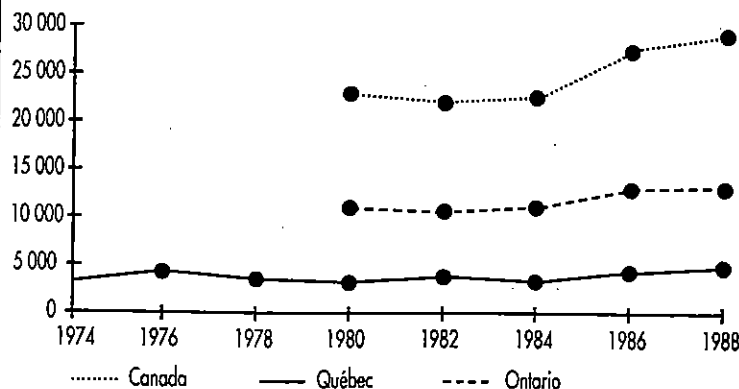
Après avoir décrit la base de données utilisées, nous situons la production québécoise dans l'ensemble canadien avant de jeter un coup d'oeil plus détaillé sur la distribution des publications scientifiques québécoises par institution et par champ disciplinaire. Il ne s'agit pas de présenter une étude détaillée mais de brosser un tableau de la recherche scientifique au Québec en utilisant des indicateurs qui restent encore peu coutumiers ici.

L'UTILITÉ DU SCIENCE CITATION INDEX

Depuis près de 20 ans maintenant, la sociologie des sciences a mis au point des outils de mesure de la productivité scientifique fondés sur l'utilisation du Science Citation Index (SCI) et de sa contrepartie pour les sciences sociales, le Social Science Citation Index (SSCI), auquel s'est ajouté le Arts and Humanities Citation Index (AHCI). Toutes ces banques de données sont produites par l'Institute for Scientific Information, dirigé par Eugene Garfield. On connaît maintenant assez bien les avantages et les inconvénients de ces outils, de même que la signification statistique des résultats qui en sont issus. Sans entrer dans les détails, soulignons qu'il est généralement admis que le SCI permet de construire des indicateurs fidèles de la production scientifique globale d'un pays, bien qu'il soit d'utilisation plus délicate sur le plan individuel. Le SCI contient

FIGURE 1

Nombre total de publications scientifiques entre 1980 et 1988



De 1980 à 1988, la croissance du volume des publications québécoises est de 38 p. cent, alors qu'elle est de 28 p. cent pour le Canada et de 22,5 p. cent pour l'Ontario. Toutefois, cette dernière province produit environ 47 p. cent des articles canadiens, contre 15 p. cent pour le Québec.

des informations sur les publications parues dans environ 3000 revues scientifiques réparties partout dans le monde. Pour les disciplines scientifiques (sciences pures et appliquées, génie, sciences biomédicales), il est également reconnu que les revues recensées dans le SCI sont celles qui sont le plus couramment utilisées par les scientifiques. Cela n'est par contre pas le cas en sciences sociales, où un grand nombre de revues locales d'importance ne sont pas recensées dans le SSCI. En somme, alors que le SCI est une source fiable pour l'étude de la production dans les disciplines scientifiques, le SSCI ne le serait pas vraiment si l'on voulait faire une étude comparable pour les sciences humaines et sociales. Il faudrait alors compléter les données en dépouillant manuellement bon nombre de revues québécoises et canadiennes. Pour cette raison, notre étude se limite aux disciplines scientifiques, et exclut tout le secteur des sciences humaines et sociales.

Il faut aussi noter que le nombre de revues recensées fluctue au cours des années et qu'il faut prendre en compte ce facteur dans l'interprétation des variations annuelles. Ainsi, entre 1978 et 1982, le nombre de revues scientifiques françaises recensées est passé de 140 à 119, soit une baisse de 15 p. cent¹. En 1988, ce nombre est passé à 91. Quant aux revues canadiennes, 46 étaient recensées en 1985 et 41 en 1988.

TABLEAU 1
Nombre de publications par discipline au Québec, en Ontario et au Canada en 1990

	QUÉBEC		ONTARIO		CANADA	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Génie	526	9	1108	9	2267	8
Chimie	528	9	1375	11	2839	11
Math. et inform.	200	4	451	4	964	4
Physique	420	7	877	7	1901	7
Total des 4 secteurs	1674	29	3811	31	7971	30
Publications totales	5683	100	12 209	100	26 776	100

La répartition des publications selon les principales disciplines est à peu près la même au Québec, en Ontario et au Canada.

Les publications recensées par le SCI incluent non seulement les articles proprement dits, mais également d'autres types de documents comme les lettres, notes, articles de synthèse, corrections, résumés de communications, discussions, éditoriaux, comptes rendus de livres et de logiciels, de même que des chronologies. Comme nos données incluent l'ensemble des documents recensés, nous utilisons le terme «publications». Au cours de la période 1980-1988, les articles proprement dits constituent toujours environ les deux tiers du total des documents. Notons également que l'année de référence correspond à l'année au cours de laquelle les documents sont insérés dans les banques de données, plutôt qu'à celle de leur publication. Dans la pratique, certains documents publiés à la fin d'une année sont intégrés à la banque

de données au cours de l'année suivante. Les données recueillies sont évidemment sujettes à une certaine marge d'erreur, mais, en dépit de celle-ci, nous croyons que les tendances globales ressortent de façon suffisamment claire pour nous permettre de tirer des conclusions justes.

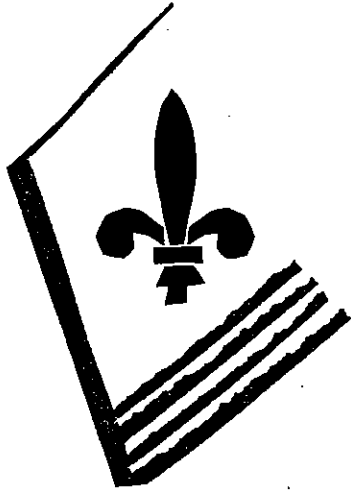
Nous avons défini les champs disciplinaires selon le critère de l'affiliation départementale. Ainsi, un article est classé en «chimie» ou en «mathématiques» selon que l'une des personnes qui l'a rédigé est affiliée à l'un ou l'autre des départements correspondants. Cette façon de procéder entraîne qu'un même document peut être classé simultanément dans plusieurs catégories si un auteur ou une auteure a plus d'une adresse institutionnelle ou qu'un article est signé par

TABLEAU 2

Répartition des publications par discipline selon les provinces en 1990

	QUÉBEC		ONTARIO		CANADA	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Génie	526	23	1108	49	2267	100
Chimie	528	19	1375	48	2839	100
Math. et inform.	200	21	451	47	964	100
Physique	420	22	877	46	1901	100
Total des 4 secteurs	1674	21	3811	48	7971	100
Total des publications	5683	21	12 209	46	26 776	100

En 1990, le Québec a produit 21 p. cent des articles scientifiques canadiens, contre 46 p. cent pour l'Ontario.



plus d'une personne. Ainsi, un article écrit en collaboration par un chimiste et une physicienne sera recensé à la fois en chimie et en physique. Pour cette raison, la somme des documents pour chaque discipline est supérieure au nombre total de documents publiés. Il en va de même pour la classification par institution. Un article écrit conjointement par des professeurs de l'Université McGill et de l'Université Laval est compté une fois pour McGill et une fois pour Laval.

L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION SCIENTIFIQUE QUÉBÉCOISE

Comme l'indique la figure 1, le nombre total de publications en provenance du Québec et recensées par le SCI a augmenté de façon assez régulière au cours des 15 dernières années.

Globalement, la croissance du volume des publications québécoises est de 38 p. cent entre 1980 et 1988, alors qu'elle est de 28 p. cent pour le Canada et de 22,5 pour l'Ontario. Cette dernière province produit environ 47 p. cent des articles canadiens, avec une tendance à la baisse entre 1980 (48 p. cent) et 1988 (46 p. cent), alors que le Québec est responsable

d'environ 15 p. cent du total canadien avec une tendance à la hausse entre 1980 (14,3 p. cent) et 1988 (16,2 p. cent). Notons que la croissance rapide du nombre de publications canadiennes entre 1984 et 1986 n'est pas due à une variation du nombre de revues canadiennes recensées par le SCI, nombre qui est resté stable au cours de cette période. Elle reflète donc soit une augmentation réelle du nombre de publications produites, soit une présence accrue dans les revues internationales recensées par le SCI.

En ce qui concerne la répartition des publications selon les principales disciplines, le tableau 1 indique qu'elle est à peu près la même au Québec, en Ontario et au Canada. Le domaine du génie, par exemple, compte pour 9 p. cent du total des articles publiés au Québec en 1990 (la proportion était la même en 1988). En Ontario, la proportion est la même alors qu'elle est de 8 p. cent pour l'ensemble du Canada. En chimie, au contraire, le Québec semble moins actif que l'Ontario et que l'ensemble du Canada: 9 p. cent des publications proviennent de ce secteur comparativement à 11 p. cent en Ontario et au Canada.

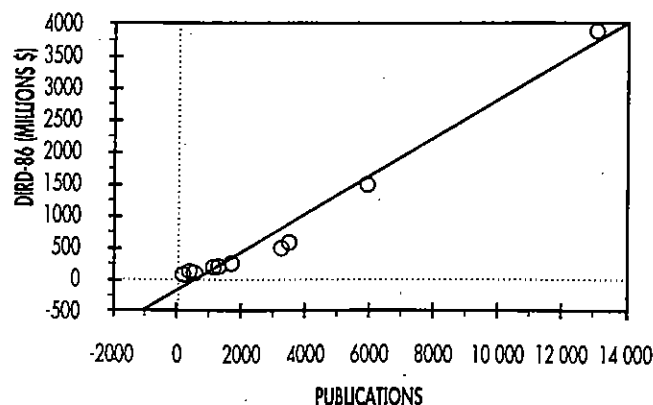
Pour ce qui est de la part des articles canadiens provenant du Québec, le tableau 2 montre qu'en 1990, elle était de 21 p. cent comparativement à 46 p. cent pour l'Ontario. Cette différence est directement reliée à l'investissement en R-D des deux provinces. En effet, la figure 2 montre qu'il existe une relation linéaire ($r^2=0,982$) entre les dépenses intérieures brutes en R-D (DIRD) d'une province et le nombre de publications qu'elle produit, la corrélation entre ces deux variables étant de 0,991. Une relation semblable unit d'ailleurs le produit intérieur brut (PIB) des pays et leur volume de publications⁶. Les DIRD sont elles aussi reliées étroitement au produit intérieur brut, le PIB (corrélation de 0,991). De façon générale, donc, la production scientifique d'un pays est directement reliée à son activité économique globale.

Il est intéressant de constater qu'il n'y a pas de corrélation (elle baisse à 0,59) entre l'indicateur DIRD/PIB, habituellement utilisé, et le volume de publications. En termes clairs, la relation entre la DIRD et le nombre de publications d'un pays ne fait que confirmer la conviction commune selon laquelle il suffit d'investir davantage en R-D pour accroître du même coup l'activité de recherche, mesurée ici par le volume de publications. À la lumière de ces données, on voit que l'écart entre le Québec et l'Ontario s'explique essentiellement par le niveau des investissements en R-D. On retrouve l'Ontario au sommet de la courbe des investissements en R-D, suivie du Québec, des provinces de l'Ouest et des provinces de l'Atlantique.

Connaissant maintenant la place du Québec dans l'ensemble canadien, comparons les institutions francophones et anglophones du Québec. Comme l'indique le tableau 3, la croissance entre 1980 et 1988 fut plus forte dans les universités francophones (52,6 p. cent) que dans les universités anglophones (38,7 p. cent). Entre 1980 et 1988, la croissance globale de la production scientifique universitaire a été de 44,8 p. cent.

FIGURE 2

Relation entre les DIRD et le nombre de publications des provinces canadiennes en 1988



Il existe une relation linéaire entre les dépenses intérieures brutes en recherche et développement (DIRD) d'une province et le nombre de publications qu'elle produit.

TABLEAU 3

Nombre de publications par type d'institution de 1980 à 1988

	1980	1982	1984	1986	1988
UNIVERSITÉS					
Anglophones	1631	1776	1715	2107	2263
Francophones	1637	1657	1638	2201	2498
Total	3208	3358	3278	4208	4646
HÔPITAUX					
Anglophones	473	466	614	693	655
Francophones	803	737	689	974	91
Total	1243	1176	1283	1625	1526
ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX					
Gouvernement du Québec	90	94	64	92	110
Gouvernement du Canada	194	167	188	249	388
Autres organismes	287	290	267	375	397
Total Québec	4276	4347	4234	5493	5938
Canada	22 289	21 718	22 283	27 858	28 626

Le nombre de publications a connu une croissance plus forte de 1980 à 1988 dans les universités francophones (52,6 p. cent) que dans les universités anglophones (38,7 p. cent). Par contre, les hôpitaux francophones ne semblent pas avoir connu de croissance importante (14 p. cent) par rapport à leurs homologues anglophones (38,4 p. cent). Pendant cette même période, la croissance de la production scientifique universitaire a été de 44,8 p. cent et celle des hôpitaux, de 22 p. cent. Fait à noter, les organismes ont une production savante non négligeable.

Dans l'ensemble, la part des publications provenant (en partie au moins) des universités a augmenté légèrement, passant de 75 p. cent en 1980 à 78 p. cent en 1988 après avoir atteint 77 p. cent en 1982 et 1984, et 76 p. cent en 1986. La part des publications universitaires produites par les institutions francophones n'augmente que faiblement après 1982: de 51,2 p. cent en 1980, cette part baisse à 49,3 p. cent en 1982, pour atteindre 52,3 p. cent en 1986 et 53,7 p. cent en 1988. Comme la proportion était d'environ 52 p. cent en 1974, il n'y a donc pas eu de croissance importante de la part des universités francophones dans l'ensemble des universités québécoises au cours des 15 dernières années. En effet, au cours des années 1980, les universités francophones regroupaient 70 p. cent des professeurs et des professeurs des universités québécoises oeuvrant dans les secteurs des sciences naturelles, du génie et des sciences biomédicales, alors qu'ils produisent à peine plus que la moitié du total des publications. On peut en conclure que le

corps professoral des universités francophones est moins productif que celui des universités anglophones.

Dans les hôpitaux, la croissance des publications dans les institutions francophones n'a été que de 14 p. cent, comparativement à 38,4 p. cent dans les hôpitaux anglophones, le secteur hospitalier dans son ensemble ayant vu sa production augmenter de 22 p. cent entre 1980 et 1988. La croissance de la production scientifique dans les hôpitaux francophones a donc été moins grande que dans les hôpitaux anglophones, contrairement à la tendance observée dans le secteur universitaire. Il faudrait plus de recherches pour analyser le phénomène. S'il n'indique pas une stagnation réelle des hôpitaux francophones (considérés globalement et non individuellement), il peut témoigner soit d'une difficulté accrue de publier dans les revues les plus reconnues, soit de l'atteinte d'un rythme de croisière par ces institutions. Le tableau 4 montre l'évolution du nombre de publications pour les principaux hôpitaux et centres de recherche médicaux.

De leur côté, les organismes gouvernementaux du Québec ou du Canada domiciliés au Québec ont une production savante non négligeable (tableau 3). Ils totalisent près de 500 publications en 1988. Cependant, alors que la production des premiers est demeurée relativement stable (autour de 100), celle des seconds a doublé, ce qui reflète sans doute l'ouverture au Québec de nouveaux laboratoires fédéraux. La catégorie «autres organismes» inclut surtout des industries et institutions privées, et ce secteur a crû au même rythme que l'ensemble de la production québécoise.

Le tableau 5 illustre l'évolution de la production scientifique québécoise pour les principales disciplines. La chimie semble avoir connu la croissance la plus rapide de 1980 à 1988 (63 p. cent), suivie de la physique (57 p. cent) et du génie (54 p. cent). Les secteurs de la biologie-médecine (31 p. cent) et des mathématiques (17 p. cent) ont crû moins vite que la

TABLEAU 4

Nombre de publications québécoises par hôpitaux et par centres de recherches médicaux entre 1980 et 1988

	1980	1982	1984	1986	1988
PRINCIPAUX HÔPITAUX FRANCOPHONES					
CHU-Laval	120	107	94	113	118
CHU-Sherbrooke	76	51	32	34	27
Ste-Justine	105	98	96	170	124
Institut de cardiologie de Montréal	34	56	54	46	41
Institut de recherches cliniques de Montréal	119	125	136	205	157
Institut Armand-Frappier	54	52	43	62	71
PRINCIPAUX HÔPITAUX ANGLOPHONES					
Montreal Children's	70	59	71	83	72
Montreal General	138	181	219	204	206
Montreal Neurological	42	45	58	75	97
Royal Victoria	138	135	170	182	129
Sir Mortimer B. -Davis Jewish	53	37	74	98	96
ENSEMBLE DES HÔPITAUX	1243	1176	1283	1625	1526

La croissance plus importante de la production scientifique dans les hôpitaux anglophones que dans les hôpitaux francophones pourrait être le signe, pour ces derniers, soit d'une difficulté accrue de publier dans les revues les plus reconnues, soit de l'atteinte d'un rythme de croisière.



moyenne pour l'ensemble des secteurs (35 p. cent). Les hôpitaux, on l'a vu, n'ont pas connu une forte croissance, ce qui se reflète dans le secteur biologie-médecine. Il est probable, cependant, que le secteur universitaire de la biologie ait crû plus fortement que la moyenne, mais cela reste à vérifier.

Si l'on s'attarde maintenant à la performance des principales universités (tableau 6), il ressort que ce sont les institutions francophones qui ont

TABLEAU 5

Nombre de publications québécoises par discipline entre 1980 et 1988

DISCIPLINES	1980	1982	1984	1986	1988
Chimie	346	345	307	397	564
Mathématique	162	150	141	176	190
Génie	320	349	357	478	494
Physique	265	321	290	387	416
Biologie-médecine	2400	2423	2351	2915	3149
Publications non classées	974	982	967	1424	1483
Total des publications classées	3302	3365	3267	4069	4455

La chimie semble avoir connu la croissance la plus rapide de 1980 à 1988 (63 p. cent), suivie de la physique (57 p. cent) et du génie (54 p. cent). Les secteurs de la biologie-médecine (31 p. cent) et des mathématiques (17 p. cent) ont crû moins vite que la moyenne pour l'ensemble des secteurs (35 p. cent).

le plus accru leur production entre 1980 et 1988, alors que les institutions anglophones ont eu une croissance inférieure à la moyenne de l'ensemble, qui est de 44,8 p. cent. Pendant que les universités McGill et Concordia ont vu le nombre de leurs publications croître de 39,7 p. cent et de 35 p. cent respectivement, l'École polytechnique de Montréal a accru sa production de 106 p. cent au cours de cette période. Le réseau de l'Université du Québec, incluant les instituts nationaux de la recherche scientifique (INRS), a augmenté sa production de 89 p. cent, suivi par l'Université Laval avec 88 p. cent. Viennent ensuite les universités de Sherbrooke (33 p. cent) et de Montréal (24 p. cent).

Le tableau 7 nous indique la répartition des publications des trois principales universités québécoises

selon les quatre champs disciplinaires retenus. Ce tableau montre que même si l'Université McGill publie globalement autant que les universités de Montréal et Laval réunies, ce n'est pas le cas pour l'ensemble des disciplines. Selon les données de 1988, les secteurs prédominants de l'Université McGill sont la chimie, avec 39 p. cent de la production québécoise dans ce secteur, et le génie avec 40 p. cent. L'Université de Montréal — incluant l'École polytechnique —, pour sa part, se distingue en génie, en mathématiques et en physique. À l'Université Laval, seule la physique s'écarte sensiblement de la moyenne de l'institution. Pour des raisons techniques, nous n'avons pu recueillir de données pour le secteur biomédical, qui entretient des relations complexes avec les hôpitaux. Malgré cela, ce tableau montre bien l'utilité de données quantitatives pour mettre en évidence les secteurs les plus actifs d'une province ou d'une institution. Enfin, le tableau 8 indique la part que les principales disciplines occupent dans la production scientifique totale des trois principales universités. On voit que l'Université McGill investit particulièrement dans le secteur biomédical, les quatre champs disciplinaires retenus ne représentant que 28 p. cent

des publications issues de cette institution comparativement à 40 p. cent pour l'Université de Montréal et 30 p. cent pour Laval. Ce tableau permet aussi de comparer l'activité de chacune des institutions dans un champ disciplinaire donné avec la moyenne du Québec dans le même secteur. Cela confirme les secteurs les plus actifs que nous avons relevés plus haut pour chacune des institutions: le génie pour les universités McGill et de Montréal, la chimie pour l'Université McGill, la physique et les mathématiques pour l'Université de Montréal, la physique pour l'Université Laval. Notons que 65 p. cent de toutes les publications du Québec proviennent de ces trois universités.

LA PRODUCTIVITÉ DES CHERCHEUSES ET CHERCHEURS AU QUÉBEC

Au-delà de ce survol des principales conclusions que l'on peut tirer d'une analyse de la production scientifique des chercheuses et chercheurs québécois, on peut aussi se demander de quelle façon cette production scientifique est reliée à d'autres indicateurs comme le nombre de professeurs et de professeurs ou l'importance des subventions obtenues. On pourra ainsi obtenir une mesure de la

TABLEAU 6

Nombre de publications québécoises par université entre 1980 et 1988

UNIVERSITÉS	1980	1982	1984	1986	1988
Concordia	200	215	190	246	271
McGill	1437	1568	1528	1869	2008
Laval	408	486	467	611	769
Montréal	782	738	690	936	975
École polytechnique	92	105	114	167	190
Sherbrooke	229	236	235	288	305
UQ	203	186	178	322	384
Total des publications universitaires	3208	3358	3278	4208	4646

Ce sont les institutions francophones qui ont le plus accru leur production entre 1980 et 1988. En effet, alors que les universités McGill et Concordia ont vu le nombre de leurs publications croître de 39,7 p. cent et 35 p. cent respectivement, l'École polytechnique de Montréal a accru sa production de 106 p. cent au cours de cette période. Le réseau de l'Université du Québec, incluant les INRS, a augmenté sa production de 89 p. cent, suivi par l'Université Laval (88 p. cent). Viennent ensuite les universités de Sherbrooke (33 p. cent) et de Montréal (24 p. cent).

TABLEAU 7

Répartition des publications des trois principales universités québécoises, selon les quatre champs disciplinaires retenus en 1988

	Université McGill	Université de Montréal et École polytechnique	Université Laval	Somme des 3 universités*
Génie	40 %	35 %	15 %	90 %
Chimie	39 %	19 %	9 %	67 %
Math. et inform.	27 %	40 %	11 %	78 %
Physique et météorologie	26 %	30 %	24 %	80 %
Pour les 4 disciplines*	35 %	29 %	14 %	78 %
Pour le Québec	34 %	19 %	13 %	66 %

*Total non corrigé pour les collaborations interuniversitaires

Même si l'Université McGill publie globalement autant que les universités de Montréal et Laval réunies, ce n'est pas le cas pour l'ensemble des disciplines. Selon les données de 1988, les secteurs prédominants de l'Université McGill sont la chimie, avec 39 p. cent de la production québécoise dans ce secteur, et le génie avec 40 p. cent. L'Université de Montréal, pour sa part, se distingue en génie, en mathématiques et en physique. À l'Université Laval, seule la physique s'écarte sensiblement de la moyenne de l'institution.

productivité des institutions engagées dans la recherche universitaire et enfin dépasser les simples mesures du degré d'investissement, dont nous avons noté les limites dans notre introduction. La figure 3 synthétise ces données, pour les trois universités les plus actives en recherche, en indiquant la proportion des professeurs et professeurs d'université à plein temps en sciences, en génie et en sciences biomédicales affiliés à chacune des trois principales universités¹⁰, le pourcentage des publications scientifiques québécoises provenant de chacune de ces institutions et celui des subventions octroyées par le CRSNG, le CRM et le Fonds FCAR en 1986-87¹¹. Cette comparaison permet de voir directement que l'Université McGill est beaucoup plus productive que les universités francophones par unité de professeur (33 p. cent des publications et 23,9 p. cent du corps professoral) et un peu moins par unité de dollar (35 p. cent des subventions), l'Université de Montréal (incluant l'École polytechnique) est, pour sa part, moins productive par dollar (19 p. cent des publications avec 25 p. cent des subventions) et par professeur (24,2 p. cent du corps professoral). De même, l'Université

Laval produit moins d'articles (15 p. cent) que sa part de subventions (23 p. cent) et que sa part de professeurs et professeurs (19,1 p. cent). Conjointement, ces trois institutions recueillent 83 p. cent de l'ensemble des subventions, mais produisent seulement 65 p. cent des articles. Cela souligne le fait que les autres universités réussissent tout de même à produire 35 p. cent des articles avec 17 p. cent des subventions et 23 p. cent du corps professoral. Naturellement, des variations existent

aussi selon les disciplines. En chimie, par exemple, le nombre de professeurs et professeurs est à peu près le même pour les trois universités (29 à l'Université McGill, 27 à l'Université de Montréal et 20 à l'Université Laval)¹², alors que le nombre de publications est très différent: 221 à l'Université McGill, 105 à l'Université de Montréal et 48 à l'Université Laval. Il faut aussi noter que le coût d'une publication n'est pas le même pour toutes les disciplines; la physique nucléaire, par exemple, nécessite davantage d'investissements que les mathématiques. Cela pourrait expliquer que pour ces trois institutions, le pourcentage de subventions est supérieur au pourcentage d'articles. Une étude plus approfondie devrait être entreprise pour mieux comprendre la productivité de l'Université McGill par professeur: est-elle due à la présence de chercheuses et chercheurs postuniversitaires qui ne sont pas comptabilisés dans le corps professoral? Les chercheurs sont-ils mieux équipés et ont-ils davantage de techniciens et d'assistants de recherche? Des cultures institutionnelles différentes pourraient également expliquer les différences observées.

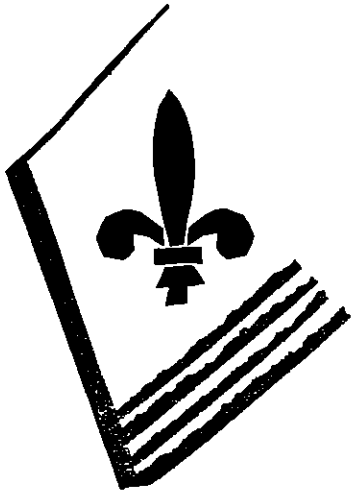
On pourrait continuer cet exercice en comparant chacune des disciplines en fonction des universités et en identifiant les secteurs les plus productifs. Ce n'est toutefois pas l'objectif du présent texte. Celui-ci vise plutôt à

TABLEAU 8

Pourcentage des publications des universités selon les disciplines en 1988

UNIVERSITÉS	McGill		Montréal et École polytechnique		Laval		Total Québec	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Génie	198	10	173	15	75	10	494	8
Chimie	221	11	105	9	48	6	564	9
Math. et inform.	44	2	64	6	17	2	161	3
Physique et météorologie	94	5	110	10	88	12	362	6
Autres disciplines	1451	72	679	60	541	70	4357	74
Total des publications de l'université	2008	100	1131	100	769	100	5938	100

Ce tableau confirme que les secteurs les plus actifs sont: le génie pour les universités McGill et de Montréal; la chimie pour l'Université McGill, la physique et les mathématiques pour l'Université de Montréal et la physique pour l'Université Laval.



montrer qu'il est possible de construire des indicateurs de productivité qui relient les *input* aux *output* et qui peuvent mettre en évidence les forces et les faiblesses de chacune des universités de façon bien plus convaincante que les simples comparaisons de niveaux d'investissement par secteur, du type de celles faites dans le document sur le bilan de la recherche universitaire au Québec mentionné dans l'introduction.

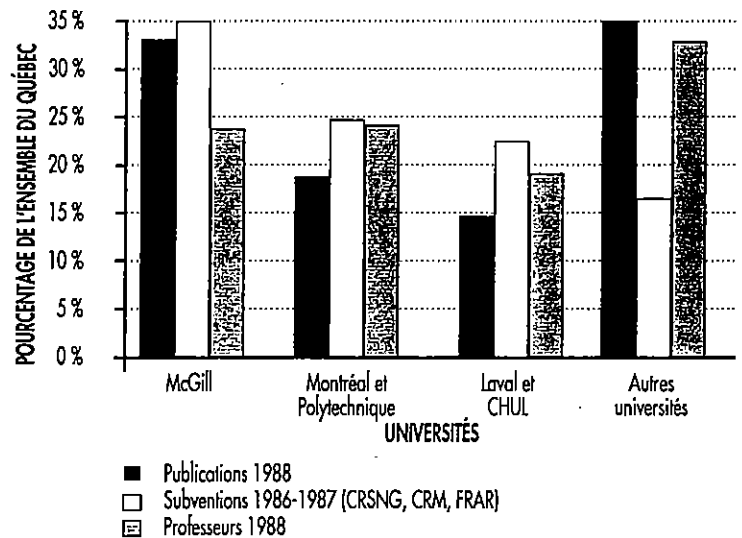
En conclusion, il est important de rappeler que les méthodes présentées ici peuvent être raffinées mais que cet exercice donne déjà une idée préliminaire des résultats de l'activité scientifique québécoise. À titre d'exemples de travaux qui nous renseigneraient sur la vitalité de la recherche, mentionnons que l'on pourrait étudier les collaborations internationales entre chercheurs québécois et étrangers. À l'heure de la «concertation» entre établissements québécois, on pourrait également étudier les collaborations entre les diverses institutions québécoises¹³. La scientométrie offre donc des méthodes utiles à ceux et celles qui s'intéressent à l'évaluation de la production scientifique d'un pays. Malgré leurs limites, il serait dommage de ne pas les utiliser, même s'il est inévitable que les résultats obtenus deviennent des enjeux entre les institutions «observées», qui auront parfois intérêt à mettre en cause la validité de telles analyses lorsque leurs résultats ne reflèteront pas l'image qu'elles ont d'elles-mêmes. ■

Références

1. Une partie de cette recherche a été financée par la Direction du développement scientifique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science du Québec.
2. Voir LEYDESDORFF, L. «The Science Citation Index and the Measurement of National Performance in Terms of Number of Publications», *Scientometrics*, vol. 17, 1989, p. 111-120; ANDERSON, Joe *et al.* «On-line Approaches to Measuring National Scientific Output: a Cautionary Tale», *Science and Public Policy*, vol. 15, n° 3, juin 1988, p. 153-161.
3. GARFIELD, E. «French Research: Citation Analysis Indicates Trends Are More Than Just a Slip of the Tongue», *Current Contents*, n° 23, 6 juin 1988, p. 9 et du même auteur: «Hos ISI Selects Journals for Coverage: Quantitative and Qualitative Considerations», *Current Contents*, n° 22, 28 mai 1990, p. 5-13.

FIGURE 3

Comparaison entre les publications, les subventions et les professeurs de trois universités québécoises



L'Université McGill est beaucoup plus productive que les universités francophones par unité de professeur et un peu moins par unité de dollar. L'Université de Montréal (incluant l'École polytechnique) est, pour sa part, moins productive par dollar et par professeur, tout comme l'Université Laval.

4. Le «génie» inclut toutes les formes de génie: génie chimique, physique, électrique, civil, etc. Les mathématiques incluent statistiques, mathématiques appliquées, informatique et «computer science». La physique comprend la météorologie, l'astronomie, l'astrophysique et les «space sciences». La chimie ne comprend que les départements de chimie. Le secteur biomédical inclut les sciences biologiques et médicales de même que tous les articles provenant des hôpitaux. On pourrait naturellement définir les catégories de façon différente, mais celles que nous avons utilisées nous semblent adéquates.

5. Au cours des années 1980, le Canada est d'ailleurs l'un des rares pays de l'OCDE (avec le Japon et les Pays-Bas) à voir sa part de publications croître par rapport au total mondial. Voir Ben R. MARTIN *et al.*, «Recent Trends in the Output and Impact of British Science», *Science and Public Policy*, vol. 17, n° 1, 1990, p. 14-26.

6. Voir D.J. de SOLLA PRISE, «Measuring the Size of Science», *Proceedings of the Israel Academy of Science and Humanities*, vol. 4, 1969, p. 98-111; H. INHABER, «Scientist and Economic Growth», *Social Studies of Science*, vol. 7, 1977, p. 517-524.

7. Ce calcul ne tient pas compte des collaborations entre différentes institutions, de sorte que le total dépasse quelque peu 100 p. cent. Si l'on corrige le total pour tenir compte du fait qu'une publication écrite par deux personnes est comptée deux fois, la contribution des universités est d'environ 65 p. cent du total des publications (63,8 p. cent en 1980 et 65,7 p. cent en 1988).

8. Voir Michel AMYOT, «La langue de publication des chercheurs québécois et français selon les données de l'Institut for Scientific Information, 1974-1980», dans *L'avenir du français dans les publications et communications scientifiques et techniques*, vol. 3 (Documentation du Conseil de la langue française, vol. 13, Québec, 1983), p. 175-183. Étant donné que cette étude ne retenait que le premier auteur ou la première auteure des articles alors que nous les retenons tous, le chiffre de 52 p. cent pour l'année 1974 n'est pas exactement comparable aux chiffres obtenus dans notre étude. Il donne toutefois une bonne indication de la stabilité de la part des publications produites par les universités francophones.

9. En 1979, la proportion était de 72,9 p. cent (voir AMYOT, *op.cit.*, p. 178) et en 1988, elle était de 69,4 p. cent du total des professeurs et professeurs à temps plein, selon les données de l'enquête sur le personnel enseignant, octobre 1988, qui nous ont été transmises par le MESS.

10. Selon les données de l'enquête sur le personnel enseignant, octobre 1988, MESS.

11. Conseil de la science et de la technologie, *Science et technologie. Rapport de conjoncture 1988*, Québec, 1988, tableau 3.5, p. 94. Les données pour le Fonds FCAR ont été complétées à partir du rapport annuel 1986-87.

12. Selon les données de l'enquête sur le personnel enseignant, octobre 1988, MESS.

13. Des recherches dans ce sens sont actuellement menées par Yves Gingras et Michel Leclerc.