



*Bulletin de l'ISU sur les statistiques de la science et de la technologie  
Numéro 2, septembre 2005*

## **Comment les indicateurs bibliométriques nous renseignent-ils sur la production scientifique mondiale ?**

*Ce numéro du Bulletin de l'ISU sur les statistiques de la science et de la technologie, publié en collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) (Montréal, Canada), présente une analyse bibliométrique de la production scientifique mondiale étalée sur 20 ans (1981 à 2000), telle que reflétée par les articles répertoriés dans le Science Citation Index (SCI), avec un accent particulier sur les pays en voie de développement.*

### **Qu'est-ce que les indicateurs bibliométriques ?**

Les indicateurs bibliométriques cherchent à mesurer tant la quantité que l'impact des parutions scientifiques – constituant ainsi un reflet de la production globale en recherche scientifique – et sont basés sur le dénombrement des articles scientifiques ainsi que des citations dont ils font l'objet. Avec les indicateurs de brevets, ils constituent l'un des indicateurs les plus couramment utilisés de la « production » en recherche et en développement expérimental (R et D). Les indicateurs bibliométriques sont largement employés dans les publications statistiques nationales en science et en technologie, afin de mesurer la capacité et les liens scientifiques avec la science sur le plan international, tant dans les pays développés que dans ceux en voie de développement.<sup>1</sup>

Les indicateurs bibliométriques sont aussi de plus en plus utilisés dans les processus d'évaluation dans les universités ainsi que les institutions de recherche tant publiques que privées, en plus de déterminer différents types d'incitatifs pour les chercheurs. Dans les processus d'évaluation par

des pairs, les indicateurs bibliométriques tirent parti de la pression dite de « publier ou périr » qui favorise la productivité, et incite les scientifiques à publier dans les revues scientifiques les plus populaires et les plus citées afin d'augmenter « l'impact scientifique » de leurs résultats de recherche.

### **Comment les indicateurs bibliométriques nous renseignent-ils ?**

Les indicateurs bibliométriques sont assemblés en recourant à des bases de données d'articles scientifiques. *Science Citation Index (SCI)*<sup>2</sup> est la base de données la plus couramment utilisée et adaptée à des fins bibliométriques. Cette base de données indexe les articles tirés d'un groupe de publications scientifiques considérées par les éditeurs comme ayant l'impact le plus élevé, c'est-à-dire les plus souvent citées dans les autres périodiques scientifiques. Ces publications scientifiques d'envergure internationale portent sur les « courants dominants de la science » dans un grand nombre de disciplines (*voir Encadré no. 1*). Les articles publiés dans ces revues scientifiques ont tendance en grande majorité à être rédigés en anglais.

<sup>1</sup> Les premiers indicateurs bibliométriques sont apparus dans des rapports tels : National Science Board, *Science Indicators 1972*, Washington D. C., 1973.

<sup>2</sup> SCI est publié par Thomson ISI ([www.isinet.com](http://www.isinet.com)).

Ces caractéristiques des bases de données comportent à la fois des avantages et des inconvénients en vue de mesurer la production scientifique.

D'une part, elles nous renseignent sur la quantité, le type et l'impact de la production scientifique dans un pays ou une région donnée ou dans une discipline

**Encadré no. 1**  
**Classification secteurs de sciences couverts par SCI:**

- Biologie
- Recherche biomédicale
- Chimie
- Médecine clinique
- Sciences terrestre/spatiale
- Ingénierie/technologie
- Mathématiques
- Physique

donnée, de même que sur l'intensité et les types de liens entre les pays, institutions de recherche ou même chercheurs individuels.

D'autre part, elles soulèvent certains problèmes relativement à l'interprétation des indicateurs, notamment leurs rapports à la production scientifique des pays en voie de développement.

- Le biais linguistique inhérent a tendance à entraver l'accès aux publications pour les auteurs (non anglophones) des pays en voie de développement qui éprouvent fréquemment de la difficulté à écrire en anglais et n'ont pas les ressources requises pour la traduction.
- L'envergure internationale implique que la recherche scientifique publiée dans des revues nationales, souvent dans la langue nationale et visant des problèmes d'intérêt local, ne reçoit pas une couverture suffisante.
- La couverture limitée, excluant en particulier les sciences sociales et humaines<sup>3</sup> et mettant l'accent

<sup>3</sup> Ces domaines de sciences sont couverts dans d'autres bases de données Thomson ISI (c.-à-d. Social Science Citation Index, Arts and Humanities Citation Index), qui ne sont pas souvent utilisées comme indicateurs bibliométriques, notamment en raison du biais en faveur de l'anglais déjà mentionné et dû au fait que les chercheurs dans ces disciplines publient souvent d'autres types de travaux, dont des monographies ou des ouvrages non répertoriés dans ces bases de données.

davantage sur la science appliquée ou le développement technologique, sous-entend que ces données ne reflètent pas l'envergure complète des activités de R et D.

En tenant compte du pour et du contre, les indicateurs bibliométriques restent néanmoins les meilleurs outils de mesure de la « production » scientifique dans les différents pays à travers le monde.<sup>4</sup>

### Statistiques sur les articles scientifiques

En l'an 2000, le SCI regroupait 584 982 articles scientifiques, en hausse de 57,5 % par rapport à 1981 alors que 371 346 articles furent publiés à l'échelle internationale. Les auteurs ayant indiqué une adresse dans un pays développé<sup>5</sup> avaient rédigé 87,9 % des articles publiés en l'an 2000, en baisse par rapport à 93,6 % en 1981. D'autre part, les pays en voie de développement ont progressivement accru leur part de la production scientifique internationale, qui est passée de 7,5 % du total des articles scientifiques en 1981 à 17,1 % en l'an 2000. Il est à noter que cette hausse est attribuable à la croissance survenue dans certaines régions du globe, comme l'indiquent la Figure 2 et la discussion ci-dessous.

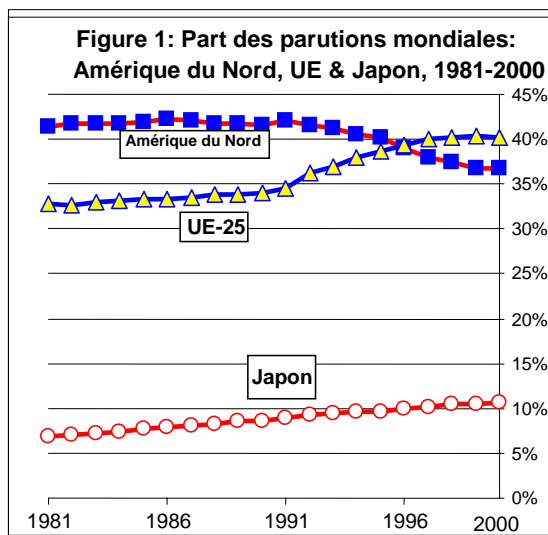
Depuis 1981, on constate que la répartition mondiale des parutions scientifiques s'est modifiée de façon significative (voir **Figure 1**). L'Amérique du Nord a perdu le premier rang en 1996 et produisait 36,8 % du total des parutions scientifiques internationales en l'an 2000, en baisse sur 41,4 % en 1981. La tendance inverse se constate pour l'Union européenne, qui publiait 40,2 % du total international en l'an 2000, comparativement à 32,8 % en 1981. Quant au Japon, il est passé de 6,9 % à

<sup>4</sup> Les statistiques citées dans ce numéro sont tirées de B. Macaluso, Statistics on World Science, INRS, 2004.

<sup>5</sup> Les expressions « pays développés » et « pays en voie de développement » reflètent la classification de la Division statistique de l'ONU:

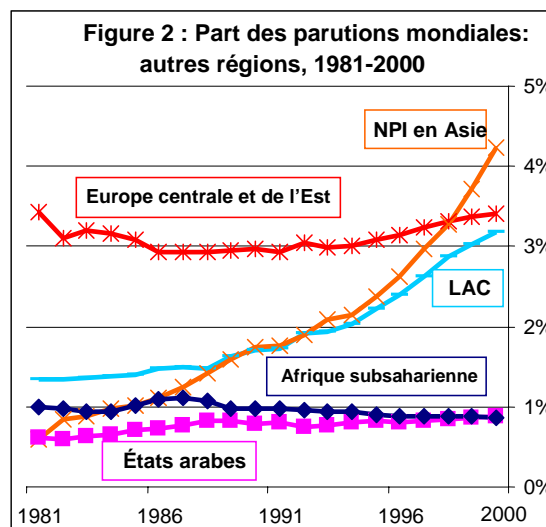
<http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm>

10,7 % en l'an 2000. Ensemble, ces trois régions ont donc maintenu leur domination et totalisaient 81 % de l'ensemble des parutions scientifiques internationales en l'an 2000, en hausse sur 72 % en 1981.



À l'autre extrémité du spectre (voir **Figure 2**), la part des parutions scientifiques de l'Afrique subsaharienne est restée stable à environ 1 % du total de la production mondiale, tandis que celle des États arabes passait de 0,6 % en 1981 à 0,9 % en l'an 2000, soit une part semblable à celle de l'Afrique subsaharienne. Pour la même période, la part des parutions de l'Europe centrale et de l'Est est restée stable à environ 3 % du total mondial.

D'autre part, tant les nouveaux pays industrialisés (NPI) en Asie (un groupe incluant la Chine) que l'Amérique latine et les Caraïbes (LAC) ont augmenté leur part de façon significative. Le premier groupe est passé de 0,6 % du total mondial en 1981 à 4,2 % en l'an 2000, publiant 11 fois plus d'articles à la fin de la période analysée. Les parutions chinoises totalisaient 85 % du total de ce groupe par rapport à 63 % en 1981. La part des pays de l'Amérique latine et des Caraïbes (LAC) a augmenté, passant de 1,3 % à 3,2 %.



### Dépenses en R et D et parutions scientifiques

Pour analyser davantage le profil de la science à l'échelle internationale, on peut examiner à la fois les dépenses en R et D<sup>6</sup> ainsi que la production scientifique (parutions) (voir **Tableau 1**).

Tableau 1	Part mondiale parutions		Part mondiale en dépenses R et D	
	1990	2000	1990	2000
Amérique Nord	41,6 %	36,7 %	38,2 %	37,2 %
Europe-25	34,0 %	40,2 %	24,9 %	23,1 %
Asie	14,5 %	21,1 %	23,0 %	30,5 %
LAC	1,7 %	3,2 %	2,8 %	2,9 %
Afrique	1,4 %	1,4 %	1,3 %	0,8 %
Océanie	2,8 %	3,3 %	1,0 %	1,1 %

Sur ces deux aspects, l'Amérique du Nord enregistre un déclin relatif entre 1990 et l'an 2000. Il est intéressant de noter que l'Asie démontre une forte augmentation des dépenses en R et D ainsi que des parutions scientifiques. L'Océanie et l'Amérique latine ont aussi augmenté leur part des parutions, tout en maintenant leurs dépenses en R et D au même niveau.

<sup>6</sup> Voir ISU (2004), Une décennie d'investissement en recherche et développement (R-D) : 1990-2000, *Bulletin de l'ISU sur les statistiques de la science et de la technologie*, 1/2004, <http://www.uis.unesco.org/>.

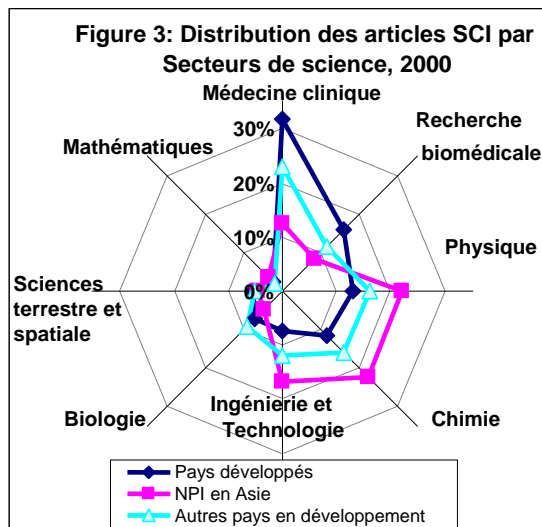
L'Europe a aussi augmenté sa part de parutions au détriment de ses dépenses. Cette situation pourrait refléter une consolidation européenne davantage axée sur la recherche de base (mieux représentée par le SCI) que le développement technologique. Une telle situation pourrait aussi indiquer l'importance relativement moindre accordée en Europe à la R et D sur la défense, comparativement aux États-Unis, puisque les résultats de ce type de recherche sont moins souvent publiés et peuvent impliquer des ressources très substantielles.

Quant à l'Afrique, elle démontre une baisse alarmante de sa proportion (déjà faible) de dépenses globales en R et D, tandis que sa part de parutions par des auteurs africains est restée constante durant la période analysée.

**Parutions par secteurs de science**

Les scientifiques d'un pays donné ne publient pas nécessairement dans tous les secteurs scientifiques couverts par le SCI, ce qui se constate par la variation nationale dans les parutions, par secteur (voir **Figure 3**).

Par conséquent, les pays et les régions peuvent être « spécialisés » en termes de leur production scientifique. Le *Specialization Index* (S.I.) est un indicateur d'une telle spécialisation (voir **Encadré no. 2**).



Eu égard à cette mesure, l'Afrique est considérée être spécialisée en biologie – un secteur incluant l'agriculture et les sciences alimentaires – (S.I.=2,2 en 2000), l'Océanie en sciences de la terre et spatiale (1,7), l'Asie en ingénierie, en technologie (1,4) et en physique (1,4), l'Amérique du Nord (légèrement) en recherche bio-médicale (1,3) en sciences de la terre et spatiale (1,3) et l'Amérique latine et les Caraïbes en ingénierie et en technologie (1,8), ainsi que (légèrement) en chimie et en sciences de la terre et spatiale (1,3).

**Encadré no. 2:**

**Specialization Index (S.I.)=**  

$$\frac{\text{part (\%) des parutions de la région X dans le secteur Y}}{\text{part (\%) des parutions mondiales dans le secteur Y}}$$

*S.I. > 1 indique que la région X est spécialisée dans secteur Y (possède activité scientifique supérieure à moyenne mondiale dans ce champ).*

*S.I. < 1 indique « sous-spécialisation » de la région X dans secteur Y.*

*S.I. ≈ 1 indique que région X semblable à moyenne mondiale dans le secteur Y.*

La part des articles sur la physique, la chimie et l'ingénierie est significativement plus élevée dans les nouveaux pays industrialisés d'Asie, tandis que la recherche clinique et biomédicale constitue une part plus importante des parutions des pays développés. Le profil des autres pays en voie de développement est très semblable à celui des pays développés.

Le profil de spécialisation illustré ici indique qu'en dépit d'un certain degré de spécialisation, les différentes régions du globe ne sont pas très spécialisées et mènent des activités de recherche d'une

intensité semblable dans les différents secteurs scientifiques.<sup>7</sup>

### Collaboration internationale

On constate que la collaboration internationale en science et en technologie s'est accrue au cours de la période analysée sur 20 ans. L'augmentation du nombre d'articles écrits en collaboration par des auteurs de différents pays constitue l'un des indicateurs de cette situation. La proportion d'articles scientifiques signés par des auteurs d'au moins deux pays a plus que triplé entre 1981 et l'an 2000, passant de 5,7 % à 18,4 %.

La proportion de parutions conjointes entre des auteurs de pays développés et ceux d'autres pays a plus que triplé de 1981 à l'an 2000, passant de 6 % à 20,4 %, tandis que la part des articles rédigés en collaboration dans les pays en voie de développement a doublé, passant de 15,1 % à 30,8 %.

Parmi l'ensemble des 107 637 articles ayant fait l'objet d'une collaboration internationale en l'an 2000, 74 % provenaient de scientifiques de différents pays développés (« Nord-Nord »<sup>8</sup>), 24,5 % étaient des collaborations entre auteurs de pays développés et en voie de développement, (« Nord-Sud »), et seulement 1,6 % des articles écrits en collaboration provenaient de scientifiques de différents pays en voie de développement (« Sud-Sud »). Du total des articles rédigés par des auteurs de pays en voie de développement, 28,9 % furent écrits en collaboration avec des auteurs des pays développés (« Sud-Nord »), et 1,9 % avec des scientifiques d'autres pays en voie de développement (« Sud-Sud »). Par conséquent, la collaboration « Sud-Nord » représente 93,7 % de la collaboration totale

impliquant les auteurs des pays en voie de développement. D'autre part, les auteurs des pays développés collaborent surtout entre eux : 75,1 % des articles rédigés en collaboration furent écrits avec des auteurs d'autres pays développés en l'an 2000, en baisse par rapport à 80,9 % des articles rédigés en collaboration « Nord-Nord » en 1981.

### Conclusions

La discussion sur les indicateurs bibliométriques dans ce bulletin permet de constater que la distribution de la production scientifique évolue à travers le monde : la part des parutions scientifiques des pays développés a diminué au cours des 20 dernières années. Certaines régions en voie de développement augmentent leur production dans ce secteur (Amérique latine, Asie) mais pas d'autres (Afrique).

La collaboration avec les scientifiques des pays développés constitue l'une des façons ayant permis aux chercheurs des pays en voie de développement d'atteindre ces résultats.

Ces tendances établissent un parallèle avec celles observées pour d'autres indicateurs, notamment l'évolution des dépenses en R et D, telles que présentées dans le premier Bulletin de l'ISU sur les statistiques de la science et de la technologie. Par conséquent, le recours à de multiples indicateurs portant sur différents aspects des activités scientifiques et technologiques peut assurer une meilleure compréhension de leur profil et de leur évolution dans les pays en voie de développement.

Les indicateurs bibliométriques ne mesurent pas l'ensemble de la production scientifique puisque, comme nous l'avons déjà mentionné, d'importants secteurs de recherche ne sont pas couverts par SCI. Ces indicateurs reflètent cependant les tendances actuelles dans les « courants dominants de la science », représentant l'avant-plan de la recherche scientifique.

<sup>7</sup> Ceci n'implique pas que la recherche scientifique est distribuée de façon homogène entre les régions, mais plutôt que la distribution de la recherche est en quelque sorte semblable dans les différentes régions du globe.

<sup>8</sup> « Nord » s'applique ici aux pays développés et « Sud » aux pays en voie de développement, peu importe leur emplacement géographique.

En ce sens, les indicateurs bibliométriques font ressortir une double augmentation dans la production scientifique des pays en voie de développement, tant en termes de volume d'articles (présence) que des profils de collaboration internationale (liens).

Par conséquent, les tendances statistiques présentées ici reflètent une augmentation de la production et de la collaboration internationale des chercheurs des pays en voie de développement. Par la même occasion, ces tendances croissantes peuvent aussi subir l'influence de l'utilisation répandue de la bibliométrie basée sur le SCI dans les processus d'évaluation. En fonction de ce cadre conceptuel, les scientifiques des pays en voie de développement non seulement publient davantage, mais pourraient en même temps délaissé la publication dans les revues

scientifiques locales au profit des publications scientifiques « dominantes », choisissant des sujets de recherche convenant davantage aux rédacteurs en chef de ces revues et favorisant une collaboration internationale en vue d'améliorer leurs chances de publier dans ces revues.

Si on les perçoit comme un outil de mesure exhaustif de la production scientifique, les indicateurs bibliométriques risquent de constituer un biais. Cependant, lorsqu'ils sont utilisés avec prudence, ils peuvent fournir un aperçu des tendances sur les aspects de la production scientifique à l'échelle internationale.

**Tableau 2**  
Articles dans SCI par région, 1981-2000

	1981	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Mondial</b>	<b>371 346</b>	<b>417 358</b>	<b>463 486</b>	<b>526 481</b>	<b>539 195</b>	<b>546 678</b>	<b>558 515</b>	<b>571 676</b>	<b>584 982</b>
Pays développés	347 521	391 854	432 208	485 122	493 476	496 864	504 055	511 355	519 872
Pays en voie de développement	27 820	31 456	41 006	57 951	63 872	69 660	76 278	84 193	91 534
Pays les moins développés	625	697	887	1 275	1 244	1 332	1 361	1 444	1 474
OCDE	313 322	356 219	396 447	465 348	475 575	480 893	491 185	500 669	510 252
<b>Amériques</b>	<b>158 108</b>	<b>180 067</b>	<b>199 347</b>	<b>221 032</b>	<b>220 883</b>	<b>219 671</b>	<b>222 401</b>	<b>224 719</b>	<b>230 060</b>
Amérique du Nord	153 801	175 015	192 695	211 559	210 448	207 868	209 313	210 509	214 973
Amérique latine et Caraïbes.	4 963	5 836	7 945	11 707	12 908	14 380	16 051	17 330	18 606
<b>Europe</b>	<b>163 471</b>	<b>182 730</b>	<b>203 598</b>	<b>235 059</b>	<b>243 178</b>	<b>249 116</b>	<b>254 424</b>	<b>260 612</b>	<b>264 829</b>
Union européenne (25)	121 924	139 148	157 586	203 897	211 994	218 407	224 885	230 928	234 991
C.E.I. (Europe)	30 932	32 358	34 837	24 902	24 990	24 857	24 042	24 560	24 597
Europe centrale et Est	12 746	12 853	13 755	16 188	16 937	17 742	18 488	19 290	19 977
<b>Afrique</b>	<b>5 305</b>	<b>5 881</b>	<b>6 539</b>	<b>7 367</b>	<b>7 298</b>	<b>7 531</b>	<b>7 698</b>	<b>8 067</b>	<b>8 311</b>
États arabes (Afrique)	1 614	1 686	2 027	2 626	2 616	2 706	2 845	3 052	3 310
Afrique subsaharienne	3 695	4 204	4 521	4 756	4 700	4 845	4 874	5 045	5 029
<b>Asie</b>	<b>45 906</b>	<b>54 554</b>	<b>67 217</b>	<b>89 091</b>	<b>96 352</b>	<b>101 532</b>	<b>108 510</b>	<b>116 060</b>	<b>123 572</b>
NPI en Asie	2 215	4 234	8 058	12 474	14 160	16 230	18 295	21 251	24 735
États arabes (Asie)	689	1 313	1 638	1 763	1 790	1 873	1 921	1 984	1 971
C.E.I. (Asie)	-	-	24	1 161	1 051	1 031	980	954	1 023
Autres - Asie	1 316	1 877	2 438	3 043	3 054	3 237	3 501	3 787	4 042
<b>Océanie</b>	<b>10 456</b>	<b>11 565</b>	<b>12 792</b>	<b>16 474</b>	<b>17 083</b>	<b>17 755</b>	<b>18 575</b>	<b>18 832</b>	<b>19 179</b>

Source: ISI, compilé dans B. Macaluso, Statistics on World Science, INRS, 2004.

Note: Les totaux et sous-totaux ne forment pas l'ensemble des parties, puisque les articles de collaboration internationale sont comptés dans chaque région ou sous-région qu'habite un auteur. C.E.I.: Communauté des États indépendants. La Fédération de Russie est incluse dans la C.E.I. (Europe).

NPI: Nouveaux pays industrialisés.