

QUELQUES DEFIS DES INDICATEURS SCIENTOMETRIQUES "déménagement" des données ; mesure des flux de connaissance ; questions de diversité

Michel Zitt*, **
Elise Bassecoulard*

*Lereco, INRA, BP 71627, F-44316 Nantes cedex 3, France

**Observatoire des Sciences et des Techniques (OST), 93 rue de Vaugirard, F-75015 Paris, France
zitt@nantes.inra.fr

Résumé

La scientométrie et la bibliométrie sont confrontées à la fois à un fort développement de la demande d'indicateurs (en évaluation de la recherche, en économie des sciences et de l'innovation) et à l'apparition de nouvelles formes d'offre (sources et statistiques sur les publications scientifiques ; développements Internet et outils en ligne). Cette situation ouvre des perspectives contrastées, d'un côté les "hit-parades" spectaculaires et une certaine frénésie du chiffre, de l'autre des systèmes d'évaluation élaborés et prudents, ancrés dans une meilleure compréhension de la diversité et de la dynamique des systèmes scientifiques. Cet article esquisse quelques-uns des défis rencontrés par les indicateurs scientométriques : déménagement des données, mesure des flux de connaissance, questions de diversité. La réponse à ces défis conditionne la mise au point d'indicateurs fiables. Elle ne prémunit pas, toutefois, contre les dérives dans leur utilisation.

Mots-clefs: Bibliométrie ; Scientométrie ; Indicateurs ; Evaluation de la Recherche ; Réseaux Scientifiques ; Multidisciplinarité

Une première version de ce texte a été présentée à la 7ème conférence Collnet à Nancy, France, Mai 2006. Une version plus complète vient de paraître dans *Ethics in Science and Environmental Politics* (ESEP 8, 1, 49-60, 2008) dans un numéro thématique "The use and misuse of bibliometric indices in evaluating scholarly performance" (H. Browman, K. Stergiou, eds.), accessible sur www.int-res.com/abstracts/esep/v8/n1/.

Introduction - le nouveau contexte de la scientométrie

La scientométrie, analyse quantitative de la production et des réseaux scientifiques, et la bibliométrie, analyse des publications au sens large, se situent à un carrefour de disciplines. Les sciences sociales, en particulier la sociologie des communautés scientifiques (de Merton à Latour) et l'économie de la recherche et de l'innovation, les nourrissent de leurs apports théoriques. Parmi les pères fondateurs, on peut citer de Solla Price (1963), physicien et historien des sciences, à l'origine des premiers modèles de croissance de la production scientifique, Garfield (1955), fondateur de l'ISI - aujourd'hui Thomson Scientific - et du Science Citation Index, Narin (1976), qui jeta les bases de la bibliométrie évaluative, Nalimov (1969) et Braun (1975), fondateur de la revue *Scientometrics*.

La scientométrie mobilise, pour des objectifs cognitifs et opérationnels, les instruments des techniques quantitatives : statistique, analyse et fouille de données, modélisation mathématique, théorie de l'information. Par rapport à la statistique et à l'analyse de données, la scientométrie et l'infométrie sont

généralement en position d'utilisateurs plus que d'aiguillon. Mais dans certains domaines, l'offre d'objets particuliers a suscité une fertilisation croisée : distributions asymétriques (Lotka-Bradford-Zipf), statistique textuelle, modèles de circulation d'information (on peut voir dans les travaux de Narin sur les influences entre journaux scientifiques un lointain précurseur du moteur Google), réseaux sociaux dont les grands réseaux scientifiques procurent des exemples bien documentés.

La scientométrie est confrontée à la fois à un fort développement de la demande et à de nouvelles formes d'offre :

-du côté de la demande, l'évolution des pratiques d'évaluation universitaire, qui reconnaissent la pertinence de la bibliométrie parmi d'autres méthodes. Allant de pair avec la réponse à ces besoins en management de la recherche, l'internalisation de la bibliométrie par d'autres disciplines est en cours, soit à des fins opérationnelles, soit à des fins cognitives. C'est le cas notamment pour les sciences économiques.

- du côté de l'offre, la disponibilité accrue de sources et de statistiques sur les publications scientifiques. L'évolution de l'opérateur historique Thomson-ISI, l'arrivée de nouveaux acteurs (Scopus), de moteurs de recherche adaptés à l'univers académique comme Google.Scholar, le développement des archives ouvertes, s'accompagnent de facilités nouvelles : appuyées sur les techniques de traitement des données en évolution rapide, les techniques scientométriques deviennent très puissantes, qu'il s'agisse de décrire les réseaux, de façonner des indicateurs d'évaluation, ou de cartographier l'évolution des champs scientifiques.

Cette situation crée des perspectives contrastées : d'un côté, elle peut favoriser des "hit-parades" spectaculaires et une frénésie du chiffre sans précautions de bon usage ; de l'autre côté, elle ouvre la voie à des systèmes d'évaluation élaborés et prudents, ancrés dans une meilleure compréhension de la diversité et de la dynamique des systèmes scientifiques.

Nous esquisserons ici quelques défis rencontrés par les indicateurs bibliométriques à un moment où ils gagnent en puissance et en acceptabilité sociale. Certains problèmes sont permanents, d'autres plus en résonance avec le nouveau contexte. La section I aborde la question du "déménagement des données", la section II s'attache à la mesure des flux de connaissance, la section III aux questions de diversité. La section discussion et conclusion est consacrée à des aspects liés à l'évaluation, et à quelques perspectives d'évolution.

1er défi: le déménagement des données

La bibliométrie se fonde largement sur des données et modèles empiriques, dont elle extrait des indicateurs correspondant autant que possible aux attentes des utilisateurs, qu'ils soient académiques ou gestionnaires. Le matériau de base, la publication scientifique, est une mine d'information et chaque champ d'une notice bibliographique d'article ouvre sur des réseaux bibliométriques. Les lignes d'auteurs, ou d'affiliation, renseignent sur les sources institutionnelles et les collaborations, les éléments bibliographiques (date, journal, etc.) sur l'inscription temporelle dans des périodiques scientifiques de prestige plus ou moins grand, les champs textuels (titres, mots-clefs, résumés, sans parler du texte intégral) sur des contenus ou des contextes, le champ "références citées" sur la position occupée dans le graphe des dépendances scientifiques. Mais ces données, qui fondent une grande variété d'analyses, sont loin d'être recevables telles quelles.

Les illusions liées aux données peuvent prendre plusieurs formes :

- "*dans les bases de données nous avons foi*": le « panier » de périodiques scientifiques de la base bibliométrique de référence (Web of Science) est largement arbitraire dans la zone des journaux de faible impact et de faible internationalisation. La queue de distribution correspond à une sous population de revues qui a des effets dévastateurs sur les indicateurs de certains pays et acteurs (par exemple les pays de l'ancienne URSS) : inclure ces revues augmente notablement le volume de publication des pays correspondants sans augmenter leur visibilité en termes de citation. Ceci conduit

à envisager une restriction de la base si l'objectif recherché est la comparaison internationale (Zitt, Ramanana, Bassecoulard, 2003).

D'un autre côté, la couverture des bases Thomson est insatisfaisante dans certaines disciplines des sciences sociales et humaines, (e.g. Hicks, 2004 ; Archambault et al., 2006) particulièrement pour les littératures à forte tradition nationale, en dehors du "courant principal" anglo-saxon. Chaque discipline constitue un cas particulier, avec ses modes de production propres (place respective des articles, conférences, ouvrages...) et les biais nationaux des bases de données sont tout à fait sévères dans certaines d'entre elles. Le développement de sources nouvelles (Scopus, Google Scholar...) modifiera peut-être cette situation.

- "*dans les dénominations nous avons foi*": le manque de standardisation des données individuelles pour les noms d'auteurs et surtout les adresses institutionnelles est un problème récurrent. Il en va de même pour les éléments lexicologiques. L'unification et la désambiguïsation demeurent un défi en bibliométrie, qui pourrait se placer de ce point de vue sous les auspices de Confucius...¹ Les études parmi les plus visibles internationalement, par exemple les indicateurs en ligne Thomson ESI et le "classement des universités mondiales" (étude Shanghai, Liu et al., 2005), présentent des niveaux faibles d'unification/ désambiguïsation des noms d'institutions. Cette situation évolue chez un producteur comme Thomson, mais en attendant l'auto-identification *ex post* par les institutions est souvent nécessaire pour produire des évaluations crédibles². Le "classement de Shanghai" a fait prendre conscience aux institutions des inconvénients de postages d'adresse non rigoureux et fluctuants. Globalement, le manque d'unification des termes (noms d'auteurs, d'institutions, vocabulaire...) compromet la qualité de nombreuses études scientométriques, en particulier celles qui demandent un détour au niveau individuel. Par exemple, les questions de repérage sont cruciales pour les analyses de co-activité science-technologie fondées sur le repérage des "auteurs-inventeurs". Notons que les méthodes quantitatives sont d'un grand secours en unification, qu'il s'agisse de synonymies - manifestées par une équivalence dans les réseaux - ou de polysémies - ponts entre contextes, sans atteindre par elles-mêmes, en général, un niveau de précision suffisant pour l'utilisateur.

La question des données scientométriques est plus difficile encore du côté des inputs des systèmes de recherche et d'enseignement : paradoxalement, compte tenu des normes de type OCDE, les ressources humaines et financières ne sont connues qu'avec un degré d'incertitude élevé, qui varie selon les systèmes.

Un premier défi pour la bibliométrie est donc de contribuer à la sélection et au contrôle des données et de résister si nécessaire au tourbillon de la "fouille des données", où le but du jeu peut être la recherche de pépites plus que la robustesse des mesures.

2ème défi: la mesure de la circulation des connaissances

Les indicateurs de positionnement, qui s'attachent à la position des acteurs dans les réseaux stratégiques, concurrencent depuis quelques décennies l'approche traditionnelle input-output (voir par exemple R. Barré, 2006). Les réseaux et mécanismes de circulation de la connaissance sont le coeur de cible de ces approches, parmi lesquelles :

- l'étude des collaborations scientifiques à divers niveaux. Par exemple, les facteurs déterminants de la co-publication au niveau "macro" - collaborations internationales - ont été identifiés

¹ Confucius: "Il faut employer les termes corrects."

Tzu Lu: "Vous êtes sérieux ? Pourquoi est-ce si important?"

Confucius: "N'êtes-vous pas un peu fruste ? L'homme sage ne tire pas de conclusions de ce qu'il ne connaît pas" (*Analectes, Livre 13, Verset 3*)

² Production "cooperative" d'indicateurs dans la recherche publique française (Zitt M., Bauin S. and Filliatreau G., coord., 2004) ; actuellement, projet OST Normadresses.

et parfois hiérarchisés. La compréhension des processus de collaboration au niveau "micro" est sans doute plus délicate, c'est un domaine actif d'application des "réseaux sociaux". Les instruments d'analyse des réseaux ont été utilisés depuis longtemps pour des applications bibliométriques, par exemple dans le cadre acteur-réseaux de l'école relativiste en sociologie des sciences (Callon, 1986). Le renouveau de la théorie de Milgram des petits mondes ("*small world theory*") sous l'impulsion de Watts and Strogatz (1998) a fait exploser la recherche sur les réseaux sociaux. L'analyse des réseaux scientifiques se retrouve maintenant aussi bien dans la littérature mathématique ("*Erdos project*"), informatique (modèle de Barabasi), que chez les physiciens et les économistes, ces derniers s'attachant notamment à l'introduction de fonctions de coût dans les réseaux. La modélisation des circulations de connaissance par les réseaux attire également l'attention sur les questions d'échelle, notamment les questions d'invariance d'échelle de certaines catégories de modèles. Si les collaborations scientifiques sont la première cible naturelle de ces essais, d'autres formes de réseaux scientifiques comme les échanges de citation en relèvent également.

- les transferts de connaissances rendus visibles par leurs contreparties en citations, selon l'hypothèse de Merton qui voit dans les citations la marque d'une reconnaissance intellectuelle. En se souvenant de la complexité sociale de l'acte de citation, bien plus grande que le schéma Mertonien, l'approche est tout à fait efficace au niveau macro pour évaluer par exemple les transactions entre disciplines scientifiques. Au niveau micro, une qualification des citations, à la lumière des théories proposées par les sociologues (passées en revue par Cronin, voir par exemple 2004), serait précieuse. L'étude des citations et "impacts bibliométriques" (citations par publication selon certaines hypothèses de calcul) est une des bases de la scientométrie d'évaluation.

- les marqueurs de contenu textuel permettent d'accéder aux proximités thématiques par des méthodes linguistiques, soit limitées aux aspects lexicaux, soit incluant des relations sémantiques. Contrairement aux citations qui attestent un lien précis entre publications, aussi complexe soit-il, les proximités linguistiques suggèrent des parentés, éventuellement sources de transferts potentiels, plutôt que les transferts révélés.

- la mobilité des thésards, post-doctorants et scientifiques : elle concerne le transfert de connaissance capitalisée comme les attentes sur les transferts futurs. La bibliométrie n'aborde qu'une des multiples facettes de cette question, qui doit faire face à des problèmes d'accès aux données (par exemple les CV) et à nouveau des difficultés d'unification/ désambiguïsation des noms pour les traitements à grande échelle.

- Internet est devenu une fantastique plate-forme de circulation de connaissance, à la fois pour les médias classiques et pour de nouveaux modes, formels ou informels, de diffusion et d'interaction. La circulation d'information scientifique à travers la toile pose la question du futur des indicateurs bibliométriques. On présente souvent la bibliométrie comme un miroir reflétant l'auto-organisation des communautés et les réseaux complexes de publications, textes, auteurs. Si le modèle de publication change, verra-t-on la "webométrie" remplacer la bibliométrie ? Les analogies sont nombreuses, mais les amalgames dangereux, comme en témoigne le débat autour de "facteurs d'impact web" (Bjorneborn and Ingwersen, 2001). Une approche intermédiaire est celle des indicateurs classiques, citations par exemple, extraites de moteurs Web comme Google Scholar et non plus des "citation indexes" usuels (Aguillo et al., 2006).

D'une manière générale, un problème touchant à la circulation de connaissance peut être abordé par des mesures concurrentes ou complémentaires sur chacun des grands réseaux scientométriques : collaborations, circulations, citations, proximités textuelles. Ceci est vrai aussi bien des transferts homogènes, à l'intérieur de la sphère scientifique, que des transferts hétérogènes, par exemple entre publications et brevets, un sujet clef à la fois au niveau théorique et pour les indicateurs de la "troisième mission" (économique et sociétale) des universités, en dehors de la recherche et de l'enseignement.

On peut obtenir des images sensiblement différentes quand on aborde les questions de circulation des connaissances par l'un ou l'autre des réseaux précédents, nous y reviendrons ci-dessous à propos de la cartographie thématique. Cette complémentarité des points de vue selon que l'on observe les réseaux d'échange direct (co-publications), les filiations et combinaisons suggérées par les citations, ou les migrations, est particulièrement fertile, surtout quand elle s'accompagne de techniques de visualisation efficaces - voir un exemple de combinaison dans Reid&Chen, 2007. Ce qui manque sans doute est une perspective unifiée sur la circulation de connaissance.

3ème défi : les questions de diversité

Diversité : les conséquences sur la stabilité des indicateurs

En termes sociologiques, et même en adoptant la perspective unificatrice de Merton, il reste qu'à l'intérieur d'un système commun de normes de publication et de communication, les communautés scientifiques montrent des pratiques différentes selon le type de recherche, le degré d'application et la discipline. Elles ne publient pas avec la même fréquence, ne se comportent pas de la même manière ni pour les co-publications ni pour le référencement, montrent des dépendances très diverses aux grands instruments. Ceci a été établi par les pionniers des études de citation qui ont proposé des typologies variées et des solutions de normalisation (Pinski et Narin, 1976 ; Murugesan et Moravcsik, 1978 ; Schubert, Glänzel et Braun, 1998, etc.).

En termes bibliométriques, nous pouvons poser qu'à l'intérieur de lois générales, une large variation des paramètres se manifeste entre les différents sous-réseaux de la science, exprimant la diversité des comportements et des modes d'organisation. C'est un défi théorique pour la modélisation de l'activité scientifique auto-organisée, qui prend la génération de diversité et de complémentarité comme objet. C'est aussi un défi pratique pour la scientométrie orientée vers l'évaluation qui doit prendre en compte les conséquences de cette diversité, en l'occurrence l'hétérogénéité des domaines, et trouver des références appropriées pour les indicateurs (voir Schubert et al., 1988).

De plus, en raison de la structure particulière des réseaux scientifiques la variété se rencontre à toute échelle d'observation. Par exemple pour les mesures de citations, une mesure d'impact raisonnable (c'est-à-dire normalisée par champ) est loin d'être stable quand des ensembles emboîtés de taille croissante sont utilisés comme références pour la normalisation (front de recherche, spécialité, sous champ, champ...). Nous avons observé par exemple que le contenu de la classe d'"excellence", très citée, était tout à fait dépendante du niveau d'observation/ normalisation (Zitt, Ramanana, Bassecoulard, 2005).

A la diversité de l'activité scientifique répond la diversité de l'engagement des acteurs. Le spectre thématique des activités a été l'une des premières cibles de la bibliométrie de positionnement avec divers indices de spécialisation pour décrire la stratégie des acteurs, leurs complémentarités potentielles, etc. : "indice d'activité" par champ, l'index de Balassa des économistes ; indice d'Herfindahl... (voir notamment Adams, 2003). La variété du portefeuille des acteurs de recherche fait partie de cette famille d'indicateurs où le "classement" en tant que tel a peu d'intérêt, la valeur attachée à une forte spécialisation ou à une grande diversité dépendant du contexte et des stratégies.

Délimitation, structuration, cartographie des domaines scientifiques

La question de la délimitation et celle de la diversité sont indissociables. Selon le point de vue, nombre de définitions des domaines ou disciplines scientifiques peuvent être proposées : appartenances institutionnelles ; partage de thèmes ou de journaux ; partage de terminologie ; connexions de collaboration ou de citation ; etc. La scientométrie peut instrumenter toute définition qui se traduit en termes d'items (publications, auteurs) et de réseaux, en incluant le cas échéant des sources externes, par exemple des listes de chercheurs ou des données puisées aux sites institutionnels. Elle peut être construite *ex ante* à partir des nomenclatures de recherche nationales ou internationales (p.ex. les catégories ISI-Thomson Scientific qui constituent une nomenclature scientifique de fait), ou *ex post* en

exploitant les relations de proximité dans un des réseaux bibliométriques ; se fonder sur les requêtes lexicales usuelles ou des analyses élaborées de mots associés ou de co-citations ; varier en niveau d'agrégation ; être générale ou spécifique à un acteur ; partir d'un niveau fin ou grossier d'observation...

Qu'il s'agisse de délimiter un grand domaine ou de le structurer en thèmes de recherche, l'approche multi-réseaux est prometteuse, en particulier la combinaison d'approches lexicales et citationnistes (Zitt & Bassecoulard, 2006 ; van den Besselaar & Hemericks 2006; Janssens et al. 2007).

Les classifications à grain fin détectent des zones denses dans les réseaux, et la cartographie de thèmes scientifiques est un exercice très courant en scientométrie. Elle se base sur des méthodes variées d'analyse de données, classificatoires ou projectives. Les méthodes factorielles classiques comme l'AFC, les variantes LSE des approches factorielles, les méthodes de classification sur graphe, les techniques de partition k-means dans diverses variantes, la bloc-sériation sont couramment utilisées. Les domaines scientifiques sont en règle générale flous et recouvrents. En pratique on peut trouver des frontières commodes fondées sur des compromis précision/ rappel propres à l'infométrie documentaire, et quelques optima locaux pour les classifications - sans illusion toutefois : l'introduction de seuils et d'artefacts est inévitable lorsque l'on souhaite refléter les recouvrements thématiques.

Les défis de l'analyse de données visant à la délimitation et à la structuration de domaines scientifiques sont naturellement l'efficacité des algorithmes mais aussi la capacité à tenir compte des distributions asymétriques, des emboîtements et des recouvrements dans la définition des thèmes à diverses échelles. Un autre défi est de tirer parti des avancées dans le traitement du langage naturel, en l'adaptant aux particularités des jargons scientifiques et à l'imbrication du discours théorique, méthodologique et expérimental. La scientométrie est ici tributaire des progrès de cette branche très active du savoir.

La mesure de la multidisciplinarité

Les mesures de multidisciplinarité peuvent être instrumentalisées de multiples façons en bibliométrie, selon les définitions utilisées pour les champs ou disciplines, en termes de flux échangés ou de recouvrements. Les formes de multidisciplinarité sont multiples : juxtaposition d'approches dans une communauté scientifique large, un laboratoire, jusqu'à l'intégration d'expériences chez un même individu. Les mesures les plus simples jouent sur la distribution des activités des acteurs sur une grille disciplinaire d'une certaine stabilité, définie par une logique institutionnelle ou thématique. Les flux ou recouvrements entre catégories, créés par la bibliométrie ou quelque procédure mixte (catégories Thomson-ISI), sont des mesures directes courantes de la multidisciplinarité. De nombreux auteurs recourent aux mesures sur flux de citation (p.ex. Rinia et al., 2001). La création d'aires multidisciplinaires peut aussi mettre en jeu la mobilité des acteurs, notamment dans les domaines émergents où l'on postule une certaine convergence scientifique et technologique : biosciences et nanosciences en particulier. D'une manière plus radicale, la multidisciplinarité peut être observée à travers les liens faibles dans un réseau thématique, les positions à forte "intermédiarité" (p.ex. Leydesdorff 2007 pour les périodiques scientifiques) ou en termes dynamiques à travers l'ampleur et le rythme des reconfigurations du réseau.

Discussion et Conclusion

Les applications en évaluation

Les applications de la scientométrie en évaluation se multiplient, et la concurrence/ complémentarité entre "revue par les pairs" et "scientométrie" donnent lieu à des controverses dont la littérature se fait l'écho. Les complémentarités sont évidentes : en évaluation individuelle, où les éléments de contexte sont importants, il est impensable d'utiliser uniquement l'approche scientométrique ; réciproquement,

les panels/ jurys sont souvent démunis pour des études à grande échelle, où les effets de spécialisation des compétences des experts sont redoutables. Mais les deux approches sont plus liées qu'il y paraît. Les "pairs" interviennent à tous les stades du cycle de recherche, de l'évaluation des projets à la publication des résultats et aux (éventuelles) citations. La scientométrie reflète ce processus d'évaluation collective des pairs par eux-mêmes - avec les risques d'artefacts des médiations statistiques. Réciproquement l'évaluation par les pairs échappe rarement à la pression de l'indicateur quantitatif, ne serait-ce que le "facteur d'impact" des revues publié par l'ISI (Thomson Scientific), dont on a pu dénoncer la "dictature" - c'est en effet, employé seul, l'un des plus contestables.

La scientométrie d'évaluation fourmille de pièges de toutes sortes, au delà des "mines dans les données". De nombreux bibliomètres aux Etats-Unis (ISI, CHI Research) ou en Europe (ISSRU, SPRU, ISI-FhG, Leeuwen Un., parmi bien d'autres) ont insisté sur cette question de la sensibilité des indicateurs classiques aux choix méthodologiques, en raison notamment des distributions sous-jacentes, très asymétriques (Rousseau, 1990; Egghe, 1991). En pratique, les indicateurs empiriques comme l'impact moyen sont très sensibles aux têtes de distribution. Les bases de données de référence ne constituent en aucun cas des "échantillons" de la production, mais plutôt des recensements des sources jugées les meilleures sur certains critères, avec une dégradation du processus en queue de distribution. La signification théorique et pratique des indicateurs bibliométriques pose de sérieux problèmes (voir par exemple van Raan, 2003). On note que le plus célèbre indicateur dans l'histoire de la bibliométrie, le "facteur d'impact" précité, souffre d'une légère incohérence (Moed, 1995) et n'est pas toujours adapté aux usages qui en sont faits (van Leeuwen et al., 1999).

La gamme d'indicateurs utilisés le plus couramment comprend les mesures d'activité et de spécialisation, les mesures de visibilité (citations), les caractéristiques de réseau, en particulier de partenariat scientifique. De nombreuses études bibliométriques traitent d'acteurs collectifs comme les pays ou les institutions. Les comparaisons entre acteurs peuvent mettre en jeu des mesures dépendantes de la taille comme les volumes de publication, de citation, aussi bien que de véritables mesures de "performance" comme les mesures de productivité de différentes sortes, ou les mesures d'impact bibliométrique. Le classement de Shanghai est fortement affecté par la taille des acteurs (Zitt & Filliatreau, 2006). En revanche, la plupart des évaluations bibliométriques utilisent à la fois des "indicateurs de puissance" (incorporant un effet de taille) et des "indicateurs de performance" qui sont - en première instance - indépendants de la taille. Une question centrale de politique scientifique est de savoir si les performances sont liées à la puissance et à la taille (existence de masses critiques, de phénomènes de rendements croissants, etc.). Quelques indices laissent penser que la réponse à la question est-elle même une question d'échelle, selon que l'on considère les grands systèmes nationaux (Katz, 1999) ou le niveau des laboratoires. Mais la prudence s'impose pour les indicateurs de productivité. Le contraste est frappant entre la fragilité des données sources sur les inputs, mentionnée plus haut, et la sophistication des méthodes qui permettent de positionner des acteurs sur un ensemble d'inputs et d'outputs (par exemple les méthodes DEA).

Une menace pour la scientométrie est de succomber à la frénésie des chiffres, classements et autres techniques de fouille de données, en oubliant la critique de sources, le contrôle des données, et la nécessité de comparaisons raisonnables. Seules certaines mesures ont vocation à dégager des rangs : les publications et citations brutes, en tenant compte des effets de taille et de champ ; les mesures d'impact, avec de nombreuses précautions mises en évidence par les sociologues ou par les bibliomètres (normalisation, propriétés d'agrégation, interprétation). Des mesures d'excellence composites comme le H-index par exemple (Hirsch, 2005), peuvent contribuer à une religion du chiffre si elles sont appliquées sans tenir compte de la diversité des contextes.

Mais classer des indicateurs comme le taux brut de co-publication, le spectre de partenariat ou les indices de diversité n'a guère de sens en dehors du contexte d'observation des acteurs et de leurs stratégies (voir par exemple Glänzel et al., 2003). On peut les employer pour le positionnement, non pour classer des acteurs à moins d'introduire des critères supplémentaires, comme ceux des priorités politiques dans l'orientation des partenariats nationaux. C'est également vrai pour la répartition des activités des acteurs entre leurs grandes missions. Des classements agrégés impliquent que tous les

critères visent des mesures de performances, que leur combinaison et leur pondération soient possibles et qu'ils reflètent les missions de l'institution étudiée. L'analyse quantitative des institutions de recherche ne se borne pas à des mesures de performance comme dans l'exercice de Shanghai ou à des approches input/ output quel que soit leur degré de sophistication. Qu'elles soient comparées à des références globales, ou l'une par rapport à l'autre (évaluation comparative de type benchmarking), les institutions de recherche peuvent être caractérisées par un positionnement multicritères, incluant critères de performance et classements, mais aussi d'autres caractéristiques mesurables, non susceptibles de classement, sans oublier les alternatives d'indicateurs qualitatifs³.

Croissance, diversité, multifonctionnalité

Parmi les pères fondateurs, de Solla Price (1963) a établi la scientométrie sur des modèles de croissance. Avec le développement de nouvelles méthodologies d'analyse de réseau, un nouvel horizon est peut être de comprendre comment la création locale de variété d'un côté, et le tissu des liens faibles et des connexions entre disciplines d'autre part, façonnent les régimes de croissance dans la sphère scientifique. Quelques essais de nouveaux modèles (Van Raan, 2000), ou la reformulation de questions posées par Price (Bonaccorsi, 2002), la modélisation de la production scientifique en termes d'incitations, peuvent aider à une meilleure compréhension de la dynamique scientifique, le véritable réservoir de nouveaux indicateurs.

Bien que fonctionnant encore sur des normes et des habitudes qui leur sont propres, les laboratoires ne produisent pas seulement de la science et de la formation supérieure mais aussi des relations avec de nombreux partenaires, ce qu'illustrent des métaphores comme "la rose des vents de la recherche" (Laredo, Callon et al., 1992) ou "la triple hélice" (Etzkowitz and Leydesdorff, 1997), en passant par le "mode II" (Gibbons et al., 1994). La tâche des bibliomètres est relativement aisée quand les relations portent sur des échanges de connaissance codifiée, mais il reste beaucoup à faire pour mesurer l'efficacité de l'enseignement (voir la tentative du Times Higher Education) ou les relations entre activité scientifique et technique, dont les entrées bibliométriques classiques sont les relations de citation entre publications et brevets, et la co-activité des chercheurs. Sans doute plus difficiles, mais également prometteuses, sont les tentatives de mesure de quelques relations particulières entre science et société, par exemple en médecine le lien entre publications et guides de prescription (Lewison, 2004).

Scientométrie et science: rétroactions, effets pervers, paradoxes

Comme l'ont montré les sociologues (Wouters, 1997, après Latour), la scientométrie fait partie du système. Les communautés scientifiques sont très réactives aux changements qui interviennent dans les systèmes d'évaluation, en particulier quand les financements sont à la clef. La star des outils bibliométriques a été incontestablement le "facteur d'impact" de Garfield. En "rationalisant" pour le meilleur et pour le pire, les procédures d'évaluation dans de nombreuses institutions, le facteur d'impact a durablement influencé le comportement de la science compétitive en stimulant la concurrence entre chercheurs pour l'accès aux supports les plus visibles. Butler (2003) a montré les effets pervers d'une allocation de fonds automatique fondée sur des indicateurs de publication rudimentaires. Le H-index, imprudemment appliqué sans normalisation ni précautions, pourrait donner lieu à d'autres dérives. Nous avons mentionné que le "classement de Shanghai" péchait au départ par une identification très sommaire des acteurs. Mais en raison de la visibilité internationale très forte de cette étude, les acteurs eux-mêmes prennent des dispositions pour améliorer leur visibilité dans ce classement particulier. Ce cercle vertueux était sans doute très inattendu dans la plupart des bureaux d'indicateurs bibliométriques...

³ voir par exemple le projet "Observatory of European Universities" du programme européen Prime.OEU 2006 *Strategic management of University research activities. Methodological Guide*: OST-Paris, IPTS-Seville coords. Accès sept. 2007 par <http://www.enid-europe.org/he/projects.html>

Comme tout arsenal d'aide à la décision, la scientométrie doit échapper à la fascination des décideurs pour l'indicateur universel et le rasoir d'Occam, et à la séduction de l'art pour l'art offerte par des méthodes de traitement de l'information où l'attrait des représentations peut masquer la précarité des données et les pièges de l'interprétation.

Bibliographie

- Adams J. and Smith D. **Funding research Diversity**. London (UK): Universities UK, Evidence Ltd, 2003.
- Aguillo I.F., Granadino B., Ortega J.L. and Prieto J.A. (2006). **Scientific research activity and communication measured with cybermetrics indicators**, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol 57, n°10, pp. 1296-1302.
- Archambault E., Vignola-Gagne E., Cote G., Lariviere V. and Gingras Y. (2006). **Benchmarking scientific output in the social sciences and humanities: The limits of existing databases**, *Scientometrics*, vol 68, n°3, pp. 329-342.
- Barré R. (2006). **The emergence of 'Positioning Indicators' Towards a European STI Indicators Platform (ESTIP)?** *Second PRIME annual conference*, 7th February 2006
- Bjorneborn L. and Ingwersen P. (2001). **Perspectives of webometrics**, *Scientometrics*, vol 50, n°1, pp. 65-82.
- Bonaccorsi A. **Matching properties. Research regimes and institutional systems in science**. "Science as an institution, the institution of science" Conference, jan. 25-26. Siena, Italy: Sant' Anna School of Advanced Studies, Pisa, 2002.
- Braun T. and Bujdoso E. (1975). **Some Tendencies of the Radioanalytical Literature. Statistical Games for Trend Evaluation. 1- Distribution of the Information Sources**, *Radiochemical and Radioanalytical Letters*, vol 23, n°4, pp. 195-203.
- Butler L. (2003). **Explaining Australia's increased share of ISI publications - the effects of a funding formula based on publication counts**, *Research Policy*, vol 32, n°1, pp. 143-155.
- Callon M. (1986). **The sociology of an actor-network : the case of the electric vehicle**. In: Callon M., Law J. and Rip A. (eds). *Mapping the dynamics of science and technology*, London: Macmillan Press, pp. 19-34.
- Cronin B. (2004). **Normative shaping of scientific practice: The magic of Merton**, *Scientometrics*, vol 60, n°1, pp. 41-46.
- Egghe L. (1991). **The exact place of Zipf's law and Pareto's law amongst the classical informetric laws**, *Scientometrics*, vol 20, n°1, pp. 93-106.
- Etzkowitz H. and Leydesdorff L. (1997). *Universities and the global knowledge economy: a triple helix of university-industry-government relations*. London: Pinter, 1997.
- Garfield E. (1955). **Citation Indexes for Science. A new dimension in documentation through association of ideas**, *Science*, vol 122, pp. 108-111.
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schartzman S., Scott P. and Trow M. *The New production of knowledge*. London: Sage, 1994.
- Glänzel W., Danell R. and Persson O. (2003). **The decline of Swedish neuroscience: Decomposing a bibliometric national science indicator**, *Scientometrics*, vol 57, n°2, pp. 197-213.
- Hicks D. (2004). **The four literatures of Social Science**. In: Glänzel W., Moed H. and Schmoch U. (eds). *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*: Kluwer Academic Publishers, pp. 473-496.
- Hirsch J.E. (2005). **An index to quantify an individual's scientific research output**, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol 102, n°46, pp. 16569-16572.
- Janssens F., Glänzel W. and De Moor B. (2007). **A hybrid mapping of information science**. In: TorresSalinas D. and Moed H.F. (eds). *Proceedings of Issi 2007: 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, Vols I and II*, Madrid: Int Soc Scientometrics & Informetrics-Issi, pp. 408-420.
- Katz S.J. (1999). **The self-similar science system**, *Research Policy*, vol 28, n°5, pp. 501-517.

- Larédo P., Callon M., Mustar P., Birac A.M. and Fourest B. (1992). **Defining the Strategic Profile of Research Labs: the Research Compass Card Method**. In: Van Raan A., de Bruin R., Moed H., Nederhof A. and Tijssen R. (eds). *Science and Technology in a policy context*, Leiden: DSWO Press, pp. 184-199.
- Lewison G., Rippon I., de Francisco A. and Lipworth S. (2004). **Outputs and expenditures on health research in eight disease areas using a bibliometric approach, 1996-2001**, *Research Evaluation*, vol 13, n°3, pp. 181-188.
- Leydesdorff L. (2007). **Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals**, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol 58, n°9, pp. 1303-1319.
- Liu N.C. and Cheng Y. (2005). **Academic ranking of world universities - methodologies and problems** in: *1st Intl Conf. on World-Class Universities (WCU-1)* Shanghai (CHN), June 16-18, 2005
- Moed H.F. and Van Leeuwen T.N. (1995). **Improving the accuracy of institute for scientific information's journal impact factors**, *Journal of the American Society for Information Science*, vol 46, n°6, pp. 461-467.
- Murugesan P. and Moravcsik M.J. (1978). **Variation of the nature of citation measures with journal and scientific specialties**, *Journal of the American Society for Information Science*, vol 29, pp. 141-155.
- Nalimov V.V. and Mulczenko Z.M. *Naoukometriia. Izuchenie razvitiia nauki kak informatsionno prosessa (Scientometrics. Study of the Development of Science as an Information process)*. Moscow (RUS): Nauka, 1969.
- Narin F. *Evaluative bibliometrics : the use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity (Report prepared for the National Science Foundation, Contract NSF C-627)*. Cherry Hill (NJ): Computer Horizons, Inc., 1976.
- Pinski G. and Narin F. (1976). **Citation influence for journal aggregates of scientific publications: theory, with application to the literature of physics**, *Information processing and management*, vol 12, pp. 297-312.
- Price D.J.d.S. *Little science, big science*. New York: Columbia University Press, 1963.
- Reid E.F. and Chen H.C. (2007). **Mapping the contemporary terrorism research domain**, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol 65, n°1, pp. 42-56.
- Rinia E.J., van Leeuwen T.N., Bruins E.E.W., van Vuren H.G. and van Raan A.F.J. (2001). **Citation delay in interdisciplinary knowledge exchange**, *Scientometrics*, vol 51, n°1, pp. 293-309.
- Rousseau R. (1990). **Relations between continuous versions of bibliometric laws**, *Journal of the American Society for Information Science*, vol 41, pp. 197-203.
- Schubert A., Glänzel W. and Braun T. (1988). **Against absolute methods : relative scientometric indicators and relational charts as evaluation tools**. In: Van Raan A.F.J. (ed). *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Amsterdam: Elsevier, pp. 137-169.
- van den Besselaar P. and Heimeriks G. (2006). **Mapping research topics using word-reference co-occurrences: A method and an exploratory case study**, *Scientometrics*, vol 68, n°3, pp. 377-393.
- van Raan A.F.J. (2000). **On growth, ageing, and fractal differentiation of science**, *Scientometrics*, vol 47, n°2, pp. 347-362.
- van Raan A.F.J. (2003). **The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of interdisciplinary scientific developments**, *Technikfolgenabschätzung*, vol 1, n°12, pp. 20-29.
- Watts D.J. and Strogatz S.H. (1998). **Collective dynamics of "small-world" networks**, *Nature*, vol 393, pp. 440-442.
- Wouters P. (1997). **Citation cycles and peer review cycles**, *Scientometrics*, vol 38, n°1, pp. 39-55.
- Zitt M., Ramanana-Rahary S. and Bassecoulard E. (2003). **Correcting glasses help fair comparisons in international science landscape: Country indicators as a function of ISI database delineation**, *Scientometrics*, vol 56, n°2, pp. 259-282.

Zitt M., Ramanana-Rahary S. and Bassecouard E. (2005). **Relativity of citation performance and excellence measures: From cross-field to cross-scale effects of field-normalisation**, *Scientometrics*, vol 63, n°2, pp. 373-401.

Zitt M. (2005). **Facing diversity of science: a challenge for bibliometric indicators - comments on A. Van Raan's focus article**, *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, vol 3, n°1, pp. 38-49.

Zitt M. and Filliatreau G. (2006). **Being a world-class university: Big is (made) Beautiful**. In: Sadlack J. and Liu N.C. (eds). *The World-Class University and Ranking: Aiming beyond Status Shanghai* (CHN), 6p + figures

Zitt M. and Bassecouard E. (2006). **Delineating complex scientific fields by an hybrid lexical-citation method: An application to nanosciences**, *Information Processing & Management*, vol 42, n°6, pp. 1513-1531.