

## « Cartographier la recherche », qu'est-ce à dire ?

### Un aperçu de la recherche actuelle en matière de « bibliométrie appliquée »

*Philippe Sormani*

« Cartographier la recherche », qu'est-ce à dire ? Ce document de travail répond à la question soulevée en trois temps. D'abord, il propose un aperçu de la recherche actuelle en matière de « bibliométrie appliquée » à des fins de politique de recherche et, en particulier, le recours à la représentation graphique de ses résultats sous forme de « cartes de la recherche » (1.). Ensuite, il s'agit de s'arrêter sur la notion même d'une « carte de la recherche » (*science map*), la méthodologie typique de sa construction bibliométrique, ainsi que les types de représentations graphiques auxquels cette méthodologie, assistée par des programmes informatiques, peut donner lieu. Le statut épistémique de ces représentations graphiques est brièvement discuté à la lumière d'une étude de cas récente (2.). L'aperçu de la recherche se clôt par une réflexion plus générale, concernant le rapport entre statistique bibliométrique et représentation graphique, de même qu'entre raisonnement sociologique et contrôle social, dans un contexte de politique de recherche. Cette réflexion s'inspire du « tournant pratique » (Schatzki et al. 2001) dans l'étude *qualitative* des sciences et, plus particulièrement, des activités de cartographie et des usages contingents de cartes, de graphs ou d'autres formes de représentation *in situ* (3.)<sup>1</sup>.

#### 1. Le contexte actuel de la « cartographie la recherche » (*science mapping*)

« Mapping techniques [...] are typically designed to be used for IR [information retrieval]. [However], there are obvious possibilities [for] the techniques [...] to be used in a science policy context » (Noyons 2004:244).

L'histoire de la bibliométrie dépasse le cadre de ce texte. Il convient, toutefois, de rappeler le tournant majeur de la bibliométrie conventionnelle au cours de son histoire récente, étant donné que des « cartes de la recherche » (au sens d'une représentation graphique de ses publications, citations ou autres « produits ») se construisent typiquement à partir de données bibliométriques (Börner et al. 2003:4-6). Ce tournant a été qualifié par A. van Raan, directeur du CWTS à l'Université de Leiden, comme le tournant vers une « bibliométrie

---

<sup>1</sup> L'argument-clé développé par ce texte est simple: la description des « activités de cartographie » permet de préciser ce que « cartographier des activités » veut dire, que ce soit en géographie ou en bibliométrie. Le même argument vaut *a fortiori* pour la compréhension de caractère *politique* des activités en jeu (Leuenberger, Schnell 2010).

appliquée » (Van Raan 2004). Tandis qu'il s'agissait, dans les années 1970, de fonder la bibliométrie comme discipline scientifique ou quasi-scientifique, il s'agit (ou s'agirait) maintenant d'en tirer parti à des fins d'évaluation (Gläser, Laudel 2007), d'administration et/ou de politique de recherche (Noyons 1999, 2001, 2004; Rafols et al. 2010). Autrement dit, si les sciences demeurent intéressantes « sous [l']influence du numérique et du management » (*Quaderni* 2009), ce n'est pas (ou plus) à titre de sujets autonomes - compliqués, spécialisés et imprévisibles - mais comme objets hétéronomes - simplifiés, calculés et calculable (Berry 2009). Promettant d'équiper tout « décideur » en matière de politique de recherche d'un « tableau de bord » (ibid., p. 228), la « cartographie de la recherche » (*science mapping*) fait partie du tournant esquissé (Noyons 2004 :237, 241-42). Dans les pays anglo-saxons et européens, le renouveau d'intérêt pour la « cartographie de la recherche » se manifeste, dès le milieu des années 1990 (Noyons 2001:87), sous une double impulsion<sup>2</sup>.

D'une part, l'implication croissante des gouvernements dans la définition de politiques de recherche nationales et d'évaluation de ces politiques, en termes d'efficacité et d'efficience, semble expliquer ce renouveau d'intérêt. La « nouvelle gestion publique » de la recherche semble nécessiter une « nouvelle technologie de gestion », comme le suggèrent de nombreuses analyses des politiques publiques de recherche (Benninghoff, Leresche 2003; Nedeva et al. 2004 ; Ogien 2009 ; Perellon 2003), aussi bien que de multiples études et applications bibliométriques (Perianes-Rodriguez et al. 2010:308, 316-317; Noyons 2001, 2004 ; Rafols et al. 2010). Cette nécessité, convient-il d'ajouter, *peut* paraître d'autant plus urgente que le « classement » (*ranking*) des universités, au niveau international, est remis en question et la « diversité » de la recherche est reconnue: la diversité de ses institutions (van Vught 2009), tout comme celle des sciences, humaines et *naturelles* (Hacking 1988:154), quel que soit le niveau d'intérêt - local, national ou international<sup>3</sup> - ou d'organisation considéré – intra-, inter- ou transdisciplinaire. Rafols et al. (2010), par exemple, voient dans la « cartographie de la recherche » un outil de gestion d'autant plus utile que la recherche contemporaine ne se ferait plus dans le sillage de disciplines « traditionnelles » mais s'articulerait autour de « problèmes » inter-, multi- et/ou transdisciplinaires (ibid., p. 3)<sup>4</sup>.

D'autre part, le développement informatique au cours des années 1990 d'interfaces graphiques - via HTML d'abord, Java ensuite – a contribué à ce regain d'intérêt pour l'idée de « cartographier la recherche », que ce soit dans un but de recherche d'information bibliographique (*information retrieval*), de modélisation sociologique (ou « socio-technique »,

---

<sup>2</sup> Bien avant déjà, comme le rappelle H. Small, « Derek Price [1963] referred to [...] the *war map of science*, and he envisioned a room where government bureaucrats would monitor a large display of the scientific terrain planning their next maneuver » (Small 2003 :395; italiques ajoutées).

<sup>3</sup> Pour la Suisse et ces différents niveaux d'intérêt, voir Da Pozzo (2009).

<sup>4</sup> A noter que J. Dewey, K. Popper et T. Kuhn, entre autres, identifiaient déjà toute enquête scientifique dans les termes des problèmes spécifiques qu'elle adresse. Ils n'en tiraient pas pour autant la conclusion de l'indépendance des problèmes adressés de disciplines « traditionnelles », ni encore moins celle de la nécessité d'un mode de gestion, « managérial » ou autre, qui leur *serait* extérieur ou supérieur - bien au contraire. Nous y reviendrons (voir ci-dessous, 3.).

Latour et al. 1992) ou, comme plus récemment, de politique scientifique et de gestion institutionnelle (Noyons 2001, 2004; Rafols et al. 2010). Ce développement informatique a donné lieu à une nouvelle spécialité au sein des sciences de l'information, celle de la « visualisation de domaines de connaissance » (*domain visualization* ; pour un état de la littérature, voir Börner et al. 2003), tout comme à la fondation d'entreprises spécialisées dans des logiciels de visualisation graphique de données quantitatives (des logiciels tels que *VxInsight*, *TouchGraph*, *W3C* ou encore *Pajek*). Pour se faire une idée du potentiel commercial des logiciels listés, le lecteur est invité à consulter leurs pages internet (voir, par exemple, <http://www.touchgraph.com/company/overview>). Par ailleurs, les possibilités technologiques de visualisation graphique ont également trouvé des expressions muséographiques (voir, notamment, <http://www.scimaps.org/>).

Enfin, signalons les entreprises spécialisées dans l'évaluation bibliométrique qui ont su tirer profit des transformations esquissées, politiques et technologiques, tout en y participant: le CWTS basé à l'Université de Leiden (Europe), l'entreprise *Map of Science* (Etats-Unis) ou encore, quoique indirectement, le ISI Web of Knowledge (Etats-Unis). Ces entreprises articulent ce que E.C. Noyons et ses collègues du CWTS identifient comme les « deux principaux piliers de l'évaluation bibliométrique » (Noyons et al. 1999:591; italiques ajoutées), à savoir la « cartographie de la recherche » (*science mapping*), au sens de la représentation graphique d'un domaine de recherche, et l'« analyse de la performance » (*performance analysis*), en termes de citations, d'une unité de recherche dans ce domaine. Procédant par comparaison, l'expertise proposée par ces entreprises est conçue comme une aide à la décision, politique et/ou économique. Un slogan publicitaire résume bien cette double orientation: « BETTER MAPS, BETTER DECISIONS! » (voir <http://mapofscience.com/>)<sup>6</sup>.

En résumé, l'aperçu précédent met en évidence deux principaux aspects concernant l'idée de « cartographier la recherche », à savoir :

- Premièrement, cette idée trouve non seulement son origine dans la bibliométrie conventionnelle (voir, à cet égard, Börner et al. 2003 :4-7; Noyons 2004 :237, 241-42; Rafols et al. 2009 :5-8 ; Small 2003) ; elle en constitue également un de ses modes d'expression principaux, quoique « dérivé » ou de « second ordre », car basé sur une statistique descriptive initiale (comme le rappellent aussi Latour et al. 1992:37). Bref, une

---

<sup>5</sup> Dans la même veine, il convient de signaler le *Centre de sociologie de l'innovation* dont les missions actuelles incluent, en plus d'études sociologiques dans une perspective d'« acteur-réseau », des analyses des politiques publiques et des activités de conseil en matière de management technologique (voir [www.csi.ensmp.fr](http://www.csi.ensmp.fr)). Pour remplir ses missions, le centre rejette la distinction entre « recherche fondamentale et appliquée » (ibid.).

<sup>6</sup> Dans la même veine, il convient de signaler le *Centre de sociologie de l'innovation* dont les missions actuelles incluent, en plus d'études sociologiques dans une perspective d'« acteur-réseau », des analyses des politiques publiques et des activités de conseil en matière de management technologique (voir [www.csi.ensmp.fr](http://www.csi.ensmp.fr)). Pour remplir ses missions, le centre rejette la distinction entre « recherche fondamentale et appliquée » (ibid.).

« carte de la recherche » (*science map*) constitue, typiquement, une *représentation graphique d'une statistique bibliométrique*, quel que soit sa base de données initiales, son degré d'inclusion ou son ambition d'indexation (Noyons 2004:238-239; Rafols et al. 2009 :6)<sup>7</sup>.

- Deuxièmement, il convient de souligner que la plupart des exercices actuels de « cartographie de la recherche » s'inscrit, plus ou moins explicitement, dans un contexte politique. Cette inscription ne conduit pas tant à rendre caduc la distinction conventionnelle, en cartographie, entre des « cartes scientifiques » de recherche et des « cartes politiques » de propagande (Leuenberger, Schnell 2010:804). Plutôt, elle nous invite à une interrogation sur *l'usage, voire la construction politique de toute carte, « scientifique » ou autre*<sup>8</sup>. Cette interrogation est, en effet, conduite dans les travaux d'évaluation bibliométrique eux-mêmes, encore que ce soit dans une perspective instrumentale et appliquée (Noyons 2001, 2004; Rafols et al. 2010) plutôt que critique ou délibérative (Gläser, Laudel 2007 ; Weingart 2005, 2010 ; Woolgar 1991).

Ce double constat n'est pas sans conséquences, semble-t-il, pour tout exercice actuel de « cartographie de la recherche », que ce soit en sciences naturelles ou humaines et sociales. Pour en préciser la teneur, la suite de ce texte propose de se pencher sur la méthodologie typique de construction bibliométrique de « cartes de la recherche » et une étude exemplaire (2.), avant de proposer une réflexion plus générale sur le contexte politique de leur utilisation possible, notamment dans le cadre d'une « cartographie institutionnelle » d'unités de recherche, du contrôle social de leur « production intellectuelle » et du raisonnement sociologique qui anime l'exercice cartographique dans ce contexte (3.).

## **2. Méthodologie typique en « cartographie de la recherche » et étude de cas récente**

Qu'est-ce, au juste, une « carte de la recherche » (*science map*)? Cette question semble d'autant plus justifiée pour un domaine tel que la bibliométrie qui fait un usage *analogique* de la notion de « carte ». En géographie, « les cartes et la fabrication de cartes ont longtemps été considérées comme la marque distinctive de la cartographie objective [...] bénéficiant du prestige de sources de savoir privilégiées et objectivées » (Leuenberger, Schnell 2010:804). En bibliométrie, le recours analogique à la notion de « carte » semble, dès lors, présenter le double avantage de permettre, d'une part, la *réduction naturaliste* de son domaine de

---

<sup>7</sup> Les premières études proposant des « cartes de la recherche » sur la base de statistiques bibliométriques remontent aux années 1960. Elles sont signées par D. Price (1963, 1965; à cet égard, voir Börner et al. 2003 :4). Notons, au passage, que l'entreprise *Map of Science* se félicite sur son site internet d'avoir engagé H. Small, bibliomètre de longue date et retraité du ISI Web of Science, Thomson Inc. Les liens entre bibliométrie et cartographie s'avèrent donc autant « cognitifs » que « personnels », pour ne pas dire « lucratifs ».

<sup>8</sup> « Toute carte, indépendamment de sa fonction ouverte, peut devenir un instrument pour façonner, légitimer, et institutionnaliser certaines formes de savoir et d'imaginaires collectifs de l'espace » (Leuenberger, Schnell 2010:805) – y compris dans le sens métaphorique d'un « espace » ou d'un « champ » de recherche.

recherche (dans le sens, notamment, d'une « nouvelle physique sociale », Crossley 2005) et, de l'autre, la *promotion technique* de sa méthodologie quantitative (permettant d'en dénombrer, relier et manipuler les éléments, *ibid.*, p. 357). Cet avantage s'avère, en effet, exploité dans la littérature canonique, comme la définition suivante le suggère:

« Une *carte de la recherche (science map)* est une représentation, à deux ou trois dimensions, d'un champ scientifique, d'un 'paysage de la recherche'. Les items sur la carte se réfèrent aux thèmes dans le champ cartographié, comme s'il s'agissait de villes sur une carte géographique. Dans ces cartes, les items sont positionnés les uns par rapport aux autres, de telle façon à ce que ceux qui sont cognitivement reliés sont placés proches les uns des autres, tandis que ceux qui ne sont pas ou presque pas reliés sont distants les uns des autres.

Les cartes de la recherche considérées [...] sont celles basées sur des données bibliographiques, les *cartes bibliométriques de la science*. Comme la littérature scientifique est présupposée représenter l'activité scientifique (Merton 1942; Ziman 1984), une carte basée sur des données de publication scientifique dans un champ scientifique *A* doit être capable de représenter la structure de *A*. Le type de structure générée, cognitive ou sociale, dépendra de l'information (les éléments d'un archive bibliographique, *bibliographic record*) utilisée pour construire la carte.

La plupart des cartes de la recherche est construite selon le *principe de l'information co-occurrence*, c'est-à-dire plus que deux éléments apparaissent ensemble [...], plus ils seront identifiés comme étant étroitement liés. Le principe de la cartographie de la recherche dicte que plus que deux éléments sont liés, plus ils apparaissent en proximité sur une carte, et inversement: moins que deux éléments sont liés, plus ils seront éloignés l'un de l'autre sur la carte » (Noyons 2004:238; italiques ajoutées).

Cependant, l'intérêt majeur de la réduction naturaliste de l'activité de recherche, d'un point de vue bibliométrique, n'est pas l'analogie paysagiste (ou physicaliste, van Raan 2004) comme telle mais la version quantifiable, simplifiée et contrôlable de la recherche, confondue avec *un* ou *plusieurs* de ses « items » (quasi-)physiques, sur laquelle la réduction débouche. Cette focalisation sur les données quantifiables, simplifiées et contrôlables - en l'occurrence, les publications répertoriées dans un « archive bibliographique » - permet de les soumettre à des méthodes bibliométriques de statistique descriptive et évaluative, quelles que soient les pratiques de recherche et arguments entre chercheurs qui ont motivés les « publications » au départ ou des « citations » par la suite (pratiques et arguments qui leur ont permis, à toute fin scientifique, d'établir le(s) « qualité(s) » des publications et/ou citations en jeu). La méthodologie typique pour construire, par ce tour de passe-passe (à cet égard, voir Adler et al. 2008), des « cartes bibliométriques de la science » peut être caractérisée en six pas:

- « (1) extraction des données,
- (2) définition des unités d'analyse,

- (3) sélection des mesures à faire,
  - (4) calcul des similarités entre unités,
  - (5) ordination ou assignement de coordonnées à chaque unité, et
  - (6) usage de la visualisation résultante à des fins d'analyse et d'interprétation »
- (Börner et al. 2003:8-9).

Le premier pas, l'*extraction des données* (1), se fait à partir d'une base de données, un « archive bibliographique » plus ou moins étendu, acheté ou construit *ad hoc*, contenant plus ou moins d'informations (y compris des « termes indexés par l'auteur de la base de données », Noyons 2004:239). Le second pas, la *définition des unités d'analyse* (2), s'exprime typiquement par la prise en compte des « publications », des « auteurs » et/ou de « termes descriptifs » ou de « mots-clé » (Börner et al. 2003:10). Selon l'intérêt analytique, le périmètre bibliométrique et la liste d'unités pris en compte peuvent, bien entendu, être étendus (pour inclure tout terme ou item indexé par l'analyste). Le troisième pas, la *sélection des mesures* (3), se fait à partir des questions empiriques que l'analyste s'avère en mesure d'imaginer en fonction, au moins, des pas précédents (1-2) et suivants (4-6). Suivant les unités sélectionnées, des « cartes de co-citations par auteurs » (*author co-citation maps*), censées permettre d'inférer la « structure intellectuelle » (ou « cognitive ») d'un champ scientifique, ou des « cartes de co-signature par auteurs » (*author co-authorship maps*), censées permettre d'inférer leur « réseau social », peuvent être construites (voir Börner et al. 2003:10, aussi pour une liste de références). La construction de ces « cartes » procède de *calculs* (4) effectués et de techniques d'*ordination* (5) appliquées par des programmes informatiques, selon différents modélisations et algorithmes mathématiques (ibid., pp. 11-26)<sup>9</sup>. Le programme *Touchgraph*, par exemple, se base sur le modèle du « force directed placement » (FDP), modèle algorithmique qui « trie des objets aléatoirement placés pour les présenter de façon satisfaisante, à la fois du point de vue des relations de symétrie entre les objets et de l'esthétique de leur présentation visuelle (symétrie, évitement de chevauchement, minimisation des croisements de lignes (*minimized edge crossings*), etc.) » (ibid., p. 22)<sup>10</sup>.

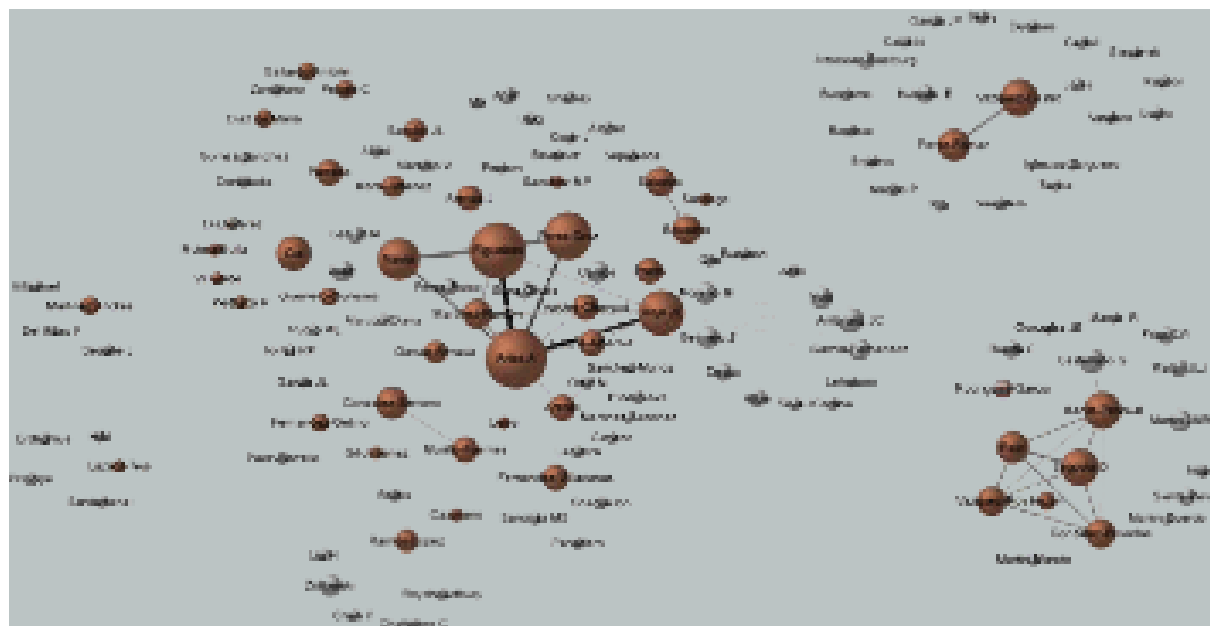
Considérons, de plus près, une étude bibliométrique récente, afin d'examiner le dernier pas de la méthodologie typique de (re-)présentation « cartographique » de la recherche, à savoir *l'usage de la visualisation résultante à des fins d'analyse et d'interprétation* (6).

---

<sup>9</sup> Les techniques d'*ordination* en jeu sont autant de « techniques de *réduction de dimensions* qui peuvent être appliquées pour représenter des données n-dimensionnelles par un petit nombre de dimensions pertinentes and, dès lors, de représenter des données multi-variées sur une surface à deux dimensions, qu'il s'agisse de celle de l'écran d'ordinateur ou celle d'une page de papier » (Börner et al. 2003:14; italiques ajoutées). Pour une liste de telles techniques, voir aussi Small (2003:395). Leur application présuppose et exprime la *réduction naturaliste* évoquée ci-dessus.

<sup>10</sup> Pour une explication technique, formelle et mathématique du « graph drawing by force-directed placement », voir Fruchterman, Reingold (1991) ou, le cas échéant, [http://en.wikipedia.org/wiki/Force-based\\_algorithms\\_\(graph\\_drawing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Force-based_algorithms_(graph_drawing)). Comme Börner et al. le précise, « FDP views nodes as *physical bodies* and edges as *springs* (or weighted arcs) connected to the nodes providing *forces* between them. Nodes move according to the forces on them until a local *energy* minimum is achieved » (Börner et al. 2003:22; italiques ajoutées).

Notons, d'abord, le recours important à la notion analogique de « carte » ou de « cartographie » dans la littérature bibliométrique : une recherche simple du terme « map » dans la revue *Scientometrics* génère plus que cinq cents entrées (512) ! En ce qui concerne la visualisation graphique de domaines de recherche, elle aurait jusqu'à présent surtout débouché sur des « cartes de la recherche visant à représenter des développements *locaux* en matière de science » (Rafols et al. 2010 :7)<sup>11</sup>. L'étude récente dans cette perspective, examinée dans ce qui suit, est celle de Perianes-Rodriguez et al. (2010). Intitulée « Detecting, identifying and visualizing research groups in co-authorship networks », elle vise à proposer une « méthode » dans le but de contribuer à la « microanalyse des dynamiques de recherche internes au niveau individuel et celui du groupe », l'analyse étant basée sur « le réseautage de co-signature scientifique par les membres des départements de l'Université de Madrid [...] »(ibid., p. 308). La méthode proposée suit les pas indiqués ci-dessus (1-6), tout en mettant un accent particulier sur la « définition du groupe de recherche » (ibid., pp. 308-309) et la « co-signature comme unité de mesure » (pp. 309-310). L'algorithme utilisé par les auteurs – via une « hierarchical clustering technique » (p. 311), plutôt que la technique FDP (évoquée auparavant, voir note 9) - leur permet de représenter les groupes de recherche identifiés au Département de technologies de communication (p. 313) comme suit :

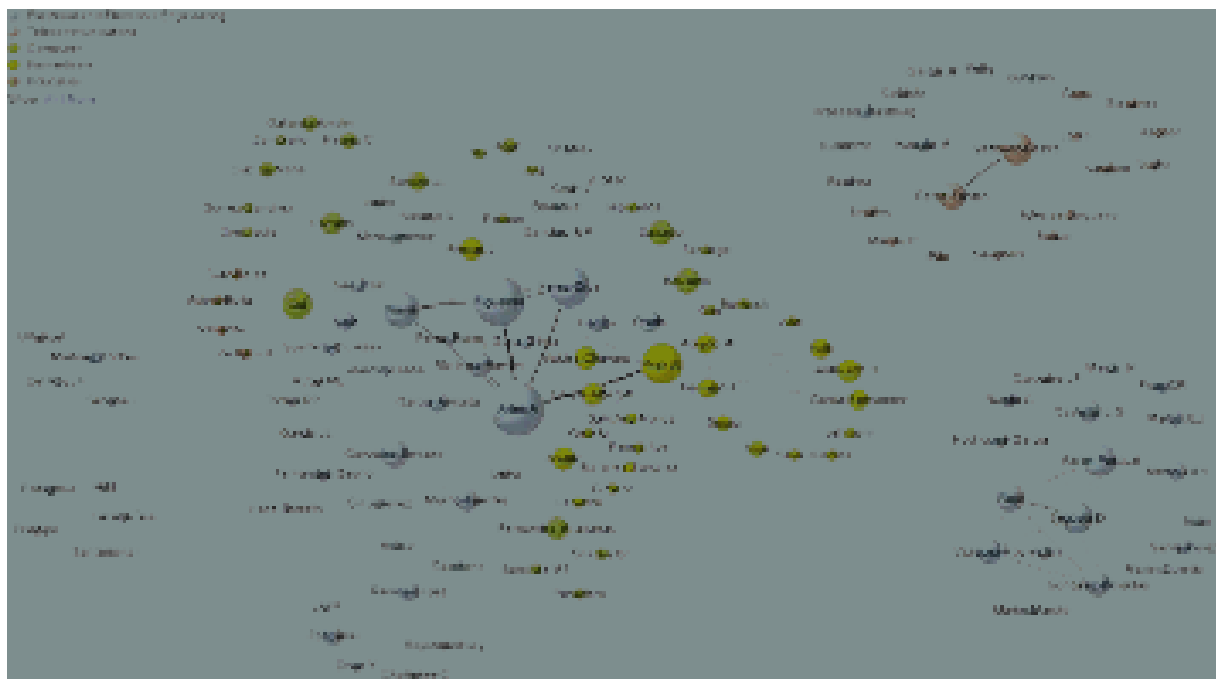


**Fig. 1** « Department membership. Communication technologies network (2000–2004) »  
(Perianes-Rodriguez et al. 2010 :312, Fig. 4).

<sup>11</sup> Rafols et al. (2010 :7) listent pour chaque « technique » utilisée une étude exemplaire. Pour la construction de « cartes locales », ils listent les techniques suivantes: *co-citations of articles*, *co-word analysis*, *co-classification of articles*, *co-citations of journals*, *co-citation of authors* (ibid.). Pour les études citées par Rafols et al., le lecteur est invité à se référer à leur article (de 2010).

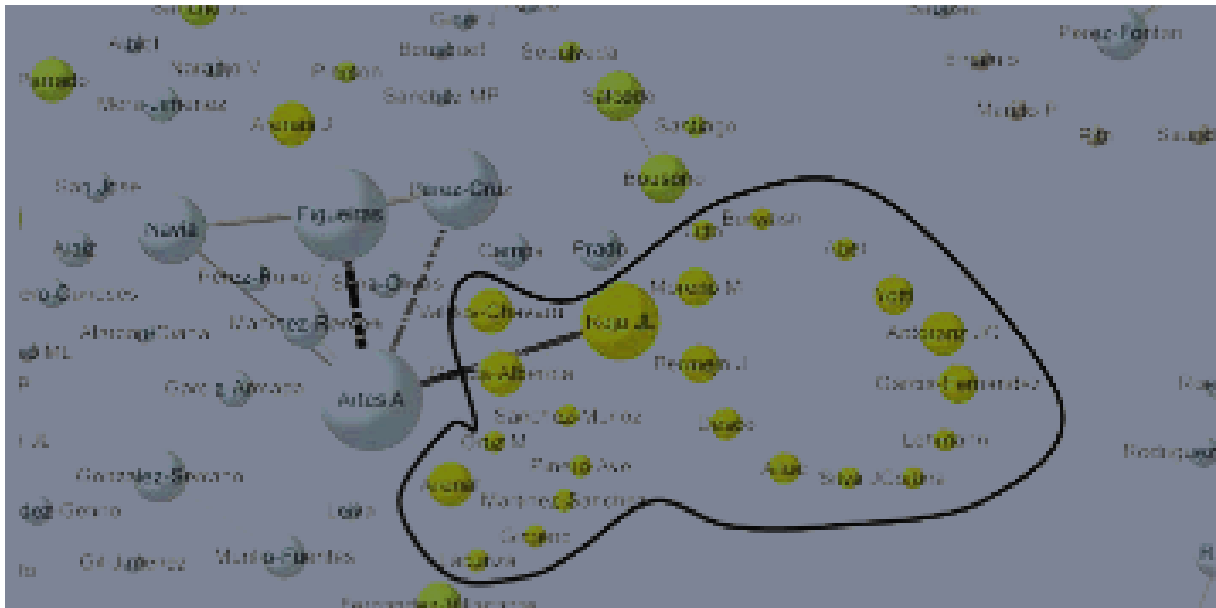
La « carte », selon les auteurs, montre le « réseau pour la période de 2000 à 2004. La taille des *nœuds* (*nodes*) dénote le volume de production [d'articles]. [...] Plus que le nombre d'articles co-signés est grand, plus les *lignes* représentant les liens entre auteurs seront épais et foncés » (Perianes-Rodriguez et al. 2010 :313 ; italiques ajoutées). La couleur brune des nœuds identifie les membres du *département*, celle grise les consignataires d'article externes au département (l'auteur signalé par l'item rouge, dans le groupe à droite, n'est pas identifié).

Pour distinguer les réseaux de chercheurs identifiés, non plus selon leur appartenance ou non au département, mais selon leurs *spécialisations*, les auteurs procèdent à une analyse factorielle (pp. 314-316). Cette analyse leur permet, d'une part, d'identifier les cinq spécialisations du département analysé, indépendamment de la présence ou non de co-signature (Fig. 2, ci-dessous) et, de l'autre, de focaliser sur deux groupes - l'un intérieur au département, l'autre à l'extérieur – avec une thématique commune de recherche : le développement de technologies de communication appliquées à la biomédecine où l'auteur à cheval entre les groupes – un certain « Rojo JL » - ferait office de « relais » (Fig. 3, ci-dessous).



**Fig. 2** « Specialties. Communication technologies network (2000–2004) »  
(Perianes-Rodriguez et al. 2010 :316, Fig. 8).





**Fig. 3** « Interpretation of research groups on the grounds of JCR categories »<sup>12</sup>  
 (Perianes-Rodriguez et al. 2010 :315, Fig. 7).

Que nous apprend l'étude présentée sur le département de technologies de communication de à l'Université de Madrid? Le résumé de l'article discuté met en évidence ses principaux résultats : premièrement, la co-signature d'articles au-delà du périmètre du département (Fig. 1) ; deuxièmement, la présence de cinq domaines de spécialisations au sein et, en partie, au-delà du département (Fig. 2) ; troisièmement, la présence d'auteurs « relais » entre collaborations intra- et extra-départementales (Fig. 3.). La contribution par les chercheurs aux domaines de spécialisation identifiés *sans co-signature d'articles* nous paraît particulièrement intéressante. Toutefois, elle n'est pas commentée par les auteurs. Ils préfèrent conclure leur étude, en termes généraux, en insistant sur le fait que les « visualisations obtenues révèlent les liens sociaux et intellectuels [...] [en] approximation initiale de la notion de groupe de recherche » (Perianes-Rodriguez 2010 :316), d'une part, et que la « crédibilité de l'information présentée », la « détection et identification de communautés » et les « réseaux obtenus sont un cadre pertinent pour la prise de décision [politique] » (ibid.), de l'autre. Enfin, la « validation des résultats obtenus par les professeurs du département » serait « encourageante » (ibid., p. 317)<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Les catégories « JRC » sont issues d'un service du ISI Web of Science : les dits « Journal Citation Reports » (Perianes-Rodriguez et al. 2010 :301). L'analyse factorielle proposée s'est basée sur les données compilées, pour chaque article du département cité, dans ces rapports (ibid., p. 314).

<sup>13</sup> « Ces experts [les professeurs] estimaient que les graphs obtenus représentent (*depict*) de manière appropriée et réaliste les relations sociales et académiques formées au sein de l'organisation, et qu'ils [les graphs] constituent des outils précieux de visualisation informant de manière détaillée sur le développement et l'évolution du *capital social* du département » (Perianes-Rodriguez 2010 :317; italiques ajoutées). A propos de la « validation de cartes de la recherche », voir aussi Noyons (2001 :90-95). Dans les deux cas, la *question de la validité épistémologique* de la représentation graphique est confondue avec une *réponse en termes*

Quid du statut épistémique des représentations graphiques, *alias* « cartes de la recherche », examinées? Pour Rafols et al.,

« des cartes *locales* [comme celles présentées] sont très utiles pour comprendre les dynamiques *internes* d'un domaine de recherche ou d'une discipline émergente, mais typiquement elles ne couvrent qu'une partie restreinte de la science. Les cartes locales ont l'avantage d'être potentiellement appropriées dans leur description des relations *au sein du* champ étudié, mais elles ont le désavantage que les unités d'analyse et coordonnées positionnelles demeurent spécifiques à chaque étude. Par conséquent, ces cartes ne nous apprennent guère comment un nouveau domaine ou un institut sont liés à d'autres domaines. En plus, la comparaison entre différents développements est difficile à cause des choix méthodologiques (concernant les seuils d'inclusion et niveaux d'agrégation) propres à chaque carte » (Rafols et al. 2010 :7).

Pour pallier à cet « ethnocentrisme de la carte » (voir Leuenberger, Schnell 2010 :835, n. 1), Rafols et al. proposent une méthodologie bibliométrique d'un « full mapping of science », c'est-à-dire un inventaire *global* de la recherche, compilé à partir des bases de données bibliographiques du ISI Web of Science, dans l'esprit de son premier « World Atlas of Science » (Garfield 1987, cité par Rafols et al. 2010 :8). La discussion de cette entreprise, encore une fois, dépasse le cadre de ce texte. Contentons-nous de retenir ce qui paraît le plus intéressant dans le passage retenu d'un point de vue *qualitatif*. D'abord, Rafols et al. semblent partager la *réduction naturaliste* dont procède toute « carte » bibliométrique, « locale » ou « globale », à savoir l'idée qu'à partir d'une statistique descriptive d'un domaine scientifique, réduit à ces éléments dénombrables, on peut (voire doit) en parler comme s'il s'agissait d'un phénomène physique (d'un « paysage » ou d'un « champ de forces », quelles que soient les activités et intentions des chercheurs). Ensuite, ils semblent également partager l'*impératif technique* d'une méthodologie « spéciale » - « globale » plus que « locale » - nécessaire afin d'accéder à une représentation « objective » du domaine de recherche examiné, en dessus ou au-delà des méthodes habituelles qu'ont les chercheurs eux-mêmes pour régler leurs affaires quotidiennes (Lynch 1993). Or, à défaut d'avoir décrit ces dernières, non seulement le statut de la méthodologie bibliométrique « spéciale » demeure celui d'une « idéalisation » ou, au mieux, d'une « reconstruction », mais encore le rôle que joue (ou doit jouer) cette idéalisation au sein des activités de recherche est négligé. Car, avant de les décrire (si tel est le cas), l'« idéalisation est elle-même [parfois] une partie constitutive de [ces] activités » (Zimmerman 1974:22). Cette observation nous amène à la réflexion esquissée dans ce qui suit<sup>14</sup>.

---

*d'acceptabilité sociale* auprès des parties impliquées (« scientomètre », « chercheurs » et/ou « utilisateur de la carte »).

<sup>14</sup> L'évaluation bibliométrique, sous une forme ou l'autre, fait déjà partie de certaines disciplines (notamment la médecine, la psychologie expérimentale et l'économie d'entreprise) mais pas d'autre. Pourquoi ? Faudrait-il y remédier ? Weingart (2005, 2010) soulève la première question sans y répondre, tout en rejetant la réponse positive à la deuxième question.

### 3. L'évaluation bibliométrique et l'objectivité performative de ses « cartes »

Une distinction conventionnelle en bibliométrie et, peut-être, du sens commun plus largement est la distinction entre « la carte comme une représentation de domaines de recherche », d'une part, et « l'utilité de la carte comme un outil (*tool*) pour adresser des questions liées à la politique [de recherche] », de l'autre (Noyons 2001 :88). Or, cette distinction, aussi plausible qu'elle soit, passe sous silence l'« objectivité performative » de toute « carte de la recherche » (*science map*) : plus cette dernière *paraît* « objective » (au-delà de *tout* intérêt particulier), plus elle servira ou pourra servir à des fins « politiques » (liées, par définition, à des intérêts particuliers, plus ou moins partagés). En ce sens, il convient de rappeler la « technologie politique » dont procède, potentiellement, toute évaluation bibliométrique, restreinte ou élargie, déclinée en autant de « cartes » suggestives. La réflexion suivante s'inspire du « tournant pratique » (Schatzki et al. 2001) dans l'étude qualitative des activités scientifiques, y compris des activités de cartographie, pour discuter du rapport entre statistique bibliométrique et représentation graphique, de même qu'entre raisonnement sociologique et contrôle social, en matière de politique scientifique. Plus spécifiquement, trois questions seront abordées: d'abord, celle du rapport entre bibliométrie (étendue) et représentation graphique (3.1.); ensuite, celle du lien entre représentation graphique et auto-évaluation institutionnelle (3.2.); enfin, celle du rapport entre auto-évaluation institutionnelle et autonomie scientifique (3.3.)<sup>15</sup>.

#### 3.1. Bibliométrie (étendue) et représentation graphique

Une première question concerne le risque d'une application « aveugle » des outils informatiques de représentation graphique de données statistiques et, en particulier, de données bibliométriques, au sens d'une statistique descriptive à partir du décompte de publications et de leur indexation plus ou moins étendu (selon les rubriques de Noyons 2004 :238-239 ou d'autres). Ce risque trouve sa source dans le caractère dérivé ou instrumental de ces outils par rapport aux données statistiques qu'ils sont censés aider à représenter. Comme le précise également le site internet de l'entreprise *Touchgraph* : « We

---

<sup>15</sup> A condition que le lecteur remplace le terme « science » par l'expression « bibliométrie », la phrase suivante résume bien l'enjeu de fond : « les technologies politiques progressent à partir de ce qui est fondamentalement un problème politique, qu'elles isolent du discours politique pour le reformuler dans le langage neutre de la science. Une fois ce processus accompli, le problème politique est devenu un problème technique dont les spécialistes peuvent débattre » (Dreyfus, Rabinow 1984 :280). La méthodologie typique en matière de construction de « cartes de la recherche » en six pas mérite d'être reconsidérée à lumière de ce passage (voir ci-dessus, 2., et Woolgar 1991).

believe *existing* data sets can reveal new insights when visualized effectively » (<http://www.touchgraph.com/company/overview>; *italiques ajoutées*)<sup>16</sup>.

En matière d'évaluation bibliométrique, une application « aveugle » de ces outils consisterait dans la production conjointe de représentations graphiques et de leurs commentaires interprétatifs, sans tenir compte des limites (et opportunités) de la démarche *bibliométrique* qui rend possible cette application au départ - par exemple, la réduction naturaliste, analogique ou non, dont procède la démarche à des fins de quantification simplifiée, voire simpliste. Quel que soit le degré d'extension de la démarche bibliométrique, le seul décompte des items (publications, auteurs, citations, etc.) ne nous renseigne *en rien* sur leur « qualité », du moins pas dans les termes disciplinaires ou interdisciplinaires qui *permettrait* d'en juger (la même remarque vaut pour la mise en relation des items). Inversement, le décompte limité aux publications nous renseigne, semble-t-il, sur leur quantité dans un laps de temps donné, par les membres d'un institut donné - quantité qui, à son tour, se prête à être mise en relation avec une quantité d'autres items, à condition qu'ils aient été répertoriées (d'où la possibilité de statistique de « cooccurrences », voire de « corrélations » et d' « analyse factorielle »). Ici encore, la question de la qualité « scientifique » demeure, voire *doit* demeurer sans réponse, car le risque inverse serait l'erreur de catégorie : la confusion entre « quantité » et « qualité », d'une part, et entre « relation » et « terme de la relation », de l'autre (pour un argument similaire, plus élaboré, voir Adler et al. 2008). Or, si ce risque de confusion est présent, une question critique en découle : à quoi bon proposer des « cartes (bibliométriques) de la recherche », aussi étendues soient-elles?<sup>17</sup>

### 3.2. Représentation graphique et auto-évaluation institutionnelle

S. Woolgar conclut sa critique sociologique de la bibliométrie évaluative et des statistiques de citations, en particulier, par une recommandation sous forme de conjecture : « une compréhension améliorée de l'ancrage institutionnel des statistiques de citations peut fournir la base pour former les chercheurs et autres types d'utilisateurs afin qu'ils puissent générer et manipuler au mieux les indicateurs de performance à leur propre avantage » (Woolgar 1991 :324). Cette recommandation, pour l'instant, semble seulement avoir été *explicitement* reprise dans une perspective ironique, déclinée en autant de « conseils aux enseignants-chercheurs qui voudront réussir leur évaluation » (Chamayou 2009). Encore que ce soit de manière non-ironique, notre stratégie de recherche, dans le cadre du projet PCI-

---

<sup>16</sup> A noter, toutefois, que la « croyance » évoquée n'est pas universellement partagée : « An STG [socio-technical graph] can be as good as a narrative, *but not better* » (Latour et al. 1992 :54, n. 9) – « This is a limit of all second degree scientific instruments » (ibid.).

<sup>17</sup> A cet égard, le commentaire par les professeurs du département de technologies de communication, étudié par Perianes-Rodriguez et al. (2010), est intéressant : les « graphs » constitueraient, aux yeux des professeurs, des « outils précieux de visualisation informant de manière détaillée sur le développement et l'évolution du *capital social* du département » (Perianes-Rodriguez 2010 :317; *italiques ajoutées*) – non pas de sa « qualité scientifique ». Voir déjà la note 12, ci-dessus.

CRUS (2008-2011), semble pointer dans une direction similaire: proposer aux chercheurs et, plus particulièrement, aux directeurs d'institut un outil de représentation graphique *favorable* des multiples activités de recherche de (ou au sein de) leur *institut*. D'où au moins deux questions : est-ce possible, au fond, étant donné les réserves que l'on vient d'esquisser (3.1.) ? Quelles seraient les conséquences probables de cette stratégie, si elle se trouvait réalisée?

Signalons d'abord la conséquence majeure de l'évaluation bibliométrique, au sens restreint: sa conséquence majeure semble être une stratégie individualiste de publications dans les revues internationales, notamment anglo-saxonnes, avec un comité d'experts externes (des « reviewers » anonymes du domaine ou de la discipline concerné). L'évaluation bibliométrique restreinte conduirait à une « inflation » de telles publications avec, comme conséquence, une double dévalorisation : d'une part, des articles publiés (« non originaux, car 'mainstream' ») et, de l'autre, un gâchis d'articles non-publiés (multipliés, car issus d'une concurrence exacerbée) ou, du moins, une multiplication d'articles « recyclés » (à cet égard, voir Weingart 2010). Quid alors de la bibliométrie étendue et des possibilités de représentations graphiques qu'elle offre? Si une auto-évaluation institutionnelle procédait par son biais, est-ce que ce type d'auto-évaluation écarterait le risque d'« inflation » indiqué ? Ou, au contraire, ne favoriserait-elle pas une « politique cartographique » (Leuenberger, Schnell 2010) qui alimenterait, voire décuplerait ce risque à tous les niveaux (« activités de publications », « obtentions de subside », « activité d'enseignement », etc.)? A moins de rabattre la « qualité scientifique » sur l'« activisme universitaire » ou l'« affairisme académique » (au sens de *Betriebsamkeit*) ce danger ne semble pas écarté (à cet égard, voir Lynch 1985; Vinnai 1993). Quels sont nos mises en garde à ce propos? La question paraît d'autant plus importante qu'un « business approach » semble, de nos jours, dicter de larges pans de la politique universitaire<sup>18</sup>. En attendant une réponse à la question soulevée, signalons un dernier enjeu :

### **3.3. Auto-évaluation institutionnelle et autonomie scientifique**

L'enjeu pointé par le sous-titre peut être formulé dans les termes de A. Kaplan :

« The great danger in confusing the logic-in-use with a particular reconstructed logic, and especially a highly idealized one, is that thereby the *autonomy of science is subtly subverted*. The normative force of the logic has the effect, not necessarily of improving the logic-in-use, but only of bringing it into closer conformity with the imposed reconstruction » (Kaplan 1967:11 ; italiques ajoutées).

---

<sup>18</sup> Perianes-Rodriguez et al. (2010) justifient leur approche, une « microanalysis of research activity », entre autres par le présupposé selon lequel « research groups are the basic organizational unit for universities aiming to assume, organize around and acquire a *business approach* and steer their technological and research activities toward the establishment of links with the surrounding business community » (Perianes-Rodriguez et al. 2010 :308 ; italiques ajoutées).

Cette citation est tirée de *Conduct of Inquiry*, un ouvrage (désormais) classique d'A. Kaplan. Dans son introduction, l'auteur distingue la « logique-en-utilisation » de toute « logique reconstruite ». L'intérêt de la citation retenue est de nous alerter au danger de la confusion entre ces deux. Le danger consisterait notamment dans une « subversion subtile de l'autonomie de la recherche », exigée de « se conformer à la reconstruction imposée » sans nécessairement s'« améliorer » pour autant. En l'occurrence, la mise en garde de Kaplan semble particulièrement bien s'appliquer à toute reconstruction bibliométrique, restreinte ou élargie, et à ses effets possibles, voire probables (surtout en ce qui concerne les sciences et chercheurs réfractaires, pour de plus ou moins bonnes raisons, au « regard bibliométrique et ses points aveugles », Weingart 2010).

Plus particulièrement, Kaplan semble pointer – avant l'heure, pour ainsi dire – les risques associés avec la stratégie (quasi-)woolgarienne d'auto-appropriation des outils bibliométriques et/ou de représentations graphiques (esquissée ci-dessus, voir 3.2.). Ces outils, en effet, peuvent facilement se retourner contre l'autonomie de leurs utilisateurs dans la définition de leurs buts de recherche, des modalités de leur poursuite ou encore des raisons de leur abandon. C'est, en tout cas, ce qui semble se produire en matière de « cartographie de la recherche » (*science mapping*). Dans la littérature actuelle, ce type de cartographie se trouve, en effet, non seulement imaginé à partir d'une instance centralisée de pilotage, d'évaluation et de contrôle stratégique – généralement une instance administrative plutôt que académique (que ce soit la direction d'un institut, le rectorat d'une université ou un ministère de la recherche) - mais également équipé des instruments nécessaires à la réalisation, espérée ou désespérée, de ce pilotage centralisé (à cet égard, voir les propositions de Noyons 2004 ; Noyons et al. 1999 ; Rafols et al. 2009 ; ainsi que les suggestions de Perianes-Rodriguez et al. 2010:308, 316-317). Hélas, cette tendance semble, *mutatis mutandis*, particulièrement proche de l'imagination douteuse d'un des pionniers de la scientométrie, déjà cité au début de ce texte (en note 2):

« Derek Price [1963] referred to this as the war map of science, and he envisioned a room where government bureaucrats would monitor a large display of the scientific terrain planning their next maneuver » (Small 2003 :395).

## Pour conclure

Intitulé « *Cartographier la recherche* », *qu'est-ce à dire ?*, ce bref texte soulignait que la réponse à la question se trouve, voire *doit* se trouver, dans le rappel du caractère bibliométrique de la plupart des « cartographies de la recherche », d'une part, et dans l'explicitation de la portée politique de leur apparence « scientifique » et de leur application (quasi-)technique, de l'autre. A ce double titre, le texte *peut* également être lu comme une contribution à la discussion du projet en cours - « Décrire et mesurer la fécondité de la recherche en sciences humaines et sociales à partir d'études de cas » (PCI CRUS 2008-11) – et, en particulier, de son recours à des représentations graphiques de l'activité de la recherche, reconstruite à partir d'une bibliométrie élargie et des multiples « produits » que celle-ci permet de répertorier (publications, interventions dans le Cité, obtentions de subsides, etc.).

Au-delà de la question critique du rapport entre bibliométrie scientifique et sciences humaines et sociales, cette discussion aurait tout à gagner si elle portait non seulement sur les questions techniques d'application méthodologique, d'ordre bibliométrique et/ou graphique, mais inclurait également une réflexion sur le cadre organisationnel et politique dans lequel ces questions surgissent comme telles (et non pas comme questions « politiques », « épistémologiques » ou « éthiques », par exemple). La dernière partie du texte a tenté un pas dans la direction indiquée. La poursuivre obligerait à s'interroger sur le *sens* même du projet consistant à vouloir « mesurer les performances de la recherche », à partir d'une posture d'apparence « objective », « extérieure » ou « supérieure », que ce soit en sciences humaines ou naturelles. Abandonner cette discussion résulterait, entre autres, dans l'oubli de clivages profonds dans la manière de concevoir les sciences mêmes, y compris toute bibliométrie : soit comme « modèles pour la société », soit comme « activités spécialisées » dont aucun modèle social peut ou doit être tiré (Turner 2008).

## Références :

Adler, R., Ewing, J., Taylor, P. (2008) *Citation Statistics: a report from the International Mathematical Union (IMU) in cooperation with the International Council of Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) and the Institute of Mathematical Statistics (IMS)*. Joint Committee on Quantitative Assessment of Research. <http://www.mathunion.org/fileadmin/IMU/Report/CitationStatistics.pdf>

Benninghoff, M., Leresche, J.-Ph. (2003) *La recherche - Affaire d'Etat. Enjeux et luttes d'une politique fédérale des sciences*. Lausanne : PPUR, Collection « Savoir Suisse ».

Berry, M. (2009) « Les mirages de la bibliométrie, ou comment scléroser la recherche en croyant bien faire », in *L'Université en crise. Mort ou résurrection? Revue du MAUSS*. 33, pp. 227-245.

Börner, K., Chen, C., Boyack, K.W. (2003) « Visualizing Knowledge Domains », *Annual Review of Information Science & Technology*. 37, pp. 179-255.

Chamayou, G. (2009) « Petits conseils aux chercheurs-enseignants qui voudront réussir leur évaluation », in *L'Université en crise. Mort ou résurrection? Revue du MAUSS*. 33, pp. 208-226.

Crossley, N. (2005) « Review article. The New Social Physics and the Science of Small World Networks », *The Sociological Review*, pp. 351-359.

Da Pozzo, F. (2009) « Rankings internationaux de la recherche : des usages variés dans la politique scientifique », in Leresche, J.-Ph., Larédo, Ph., Weber, K. (Eds.) *Recherche et enseignement supérieur face à l'internationalisation. France, Suisse et Union européenne*. Lausanne : PPUR, pp. 131-152.

Garfield, E. (1987) « Launching the ISI Atlas of Science : for the new year, a new generation of reviews », *Current Contents*, 1, pp. 1-6.

Gläser, J., Laudel, G. (2007) « The social construction of bibliometric evaluations », in Whitley, R., Gläser, J. (Eds.) *The changing governance of the sciences*. Berlin : Springer, pp. 101-123.

Hacking, I. (1988) « Philosophers of Experiment », *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Volume Two: Symposia and Invited Papers, pp. 147-156

Kaplan, A. (1967) *The conduct of inquiry: methodology for behavioral science*. San Francisco, CA: Chandler.

Latour, B., Mauguin, Ph., Teil, G. (1992) « A Note on Socio-Technical Graphs », *Social Studies of Science*. Vol. 22, pp. 33-57.

Leuenberger, C., Schnell, I. (2010) « The politics of maps : Constructing national territories in Israel », *Social Studies of Science*. 40(6), pp. 803-842.



Lynch, M. (1985) *Art and artifact in laboratory science: A study of shop work and shop talk in a research laboratory*. London : Routledge.

Lynch, M. (1993) *Scientific practice and ordinary action*. Cambridge : Cambridge University Press.

Boden, R., Cox, D., Nedeava, M., Barker, K. (2004) *Scrutinising Science: The Changing UK Government of Science*. Basingstoke : Palgrave Macmillan.

Dreyfus, Rabinow (1984) *Michel Foucault. Un parcours philosophique*. Paris : Gallimard.

Fruchterman, T., Reingold, E. (1991) « Graph drawing by force-directed placement », *Journal Software – Practice & Experience*. 21(11), November issue.

Merton, R.K. (1942) « Science and technology in a democratic order », *Journal of Political and Legal Sociology*. 1, pp. 115-126.

Noyons, E. (1999) *Bibliometric mapping as a science policy and research management tool*. DSWO Press, Leiden University.

Noyons, E. (2001) « Bibliometric mapping of science in a science policy context », *Scientometrics*. 50(1), PP. 83-98.

Noyons, E. (2004) « Science maps within a science policy context. Improving the utility of science and domain maps within a science policy and research management context », in H.F. Moed et al. (Eds.) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Amsterdam : Kluwer Academic Publishers, pp. 237-255.

Noyons, E., Moed, H., Van Raan, A. (1999) « Integrating research performance analysis and science mapping », *Scientometrics*. 46(3), pp. 591-604.

Ogien, A. (2009) « Métamorphoses de l'autonomie : l'université, de la rationalisation à la concurrence », *Universités sous influence du numérique et du management. Quaderni*, N° 69, printemps.

Perellon, J.F. (2003) *La qualité dans l'enseignement supérieur*. Lausanne : PPUR, Collection « Savoir Suisse ».

PCI-CRUS (2008-2011) « Décrire la fécondité de la recherche en sciences humaines et sociales à partir d'études de cas », projet de recherche dirigée par le Prof. J.-F. Perret, en collaboration avec A. Bovet, A. Kohler et Ph. Sormani, Secteur Qualité, Université de Neuchâtel.

Perianes-Rodriguez, A., Olmeda-Gomez, C., Moya-Anegon, F. (2010) « Detecting, identifying and visualizing research groups in co-authorship networks », *Scientometrics*. 82, pp. 307-319.

Price, D. (1963) *Little Science, Big Science*. Manuscrit non-publié [publié en 1986 par Columbia University Press, New York]

Price, D. (1965) « Networks of Scientific Papers », *Science*, 149, pp. 510-515.

*Quaderni* (2009) « Universités sous influence du numérique et du management », numéro spécial, 69, printemps.

Rafols, I., Porter, A.L., Leydesdorff, L. (2010) « Science overlay maps : a new tool for research policy and library management », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 61(9), 871–1887 [les citations dans ce texte se réfèrent au preprint]

Schatzki, Th., Knorr Cetina, K., von Savigny, E. (Eds.), *The practice turn in contemporary theory*. London: Routledge.

Small, H. (2003) « Paradigms, Citations, and Maps of Science : A Personal History », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 54(4), 394-399.

Turner, S. (2008) « Social studies of science before Kuhn », in Hackett, E.J. et al. (Eds.) *The Handbook of Science and Technology Studies*. Third Edition, Cambridge: M.I.T. Press.

Van Raan, A. (2004) « Measuring Science. Capita selecta of current main issues », in H.F. Moed et al. (Eds.) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Amsterdam : Kluwer Academic Publishers, pp. 19-50.

Van Vught, F.A. (2009) *Mapping the Higher Education Landscape. Towards a European Classification of Higher Education*. Berlin : Springer.

Vinnai, G. (1993) *Die Austreibung der Kritik aus der Wissenschaft - Psychologie im Universitätsbetrieb*. UNIVERSITÄT BREMEN FB 12, Erziehungs- und Bildungswissenschaften Institut für Kulturforschung und Bildung.

Weingart, P. (2005) « Impact of bibliometrics upon the science system: Inadvertent consequences? », in *Scientometrics*, 62(1), pp. 117-131.

Weingart, P. (2010) « The bibliometric gaze and its blind spots », texte présenté

Woolgar, S. (1991) « Beyond the citation debate: towards a sociology of measurement technologies and their use in science policy », *Science and Public Policy*. Vol. 18, pp. 319-326.

Ziman, J. (1984) *An introduction to science studies : the philosophical and social aspects of science and technologie*. Cambridge : Cambridge University Press.

Zimmerman, D. H. (1974) « Preface », in D.L. Wieder, *Language and Social Reality*. The Hague & Paris : Mouton, pp. 9-28.

UniNE / août 2011

### Références supplémentaires (livres) :

- Bibliometric mapping as a science policy and research management tool  
[Everard Christiaan Marie Noyons](#)
- Mapping science: using visual tools to enhance science understanding  
[Arno Henrik Chrispeels](#)
- Mapping the dynamics of science and technology: sociology of science in the real world  
[Michel Callon, John Law, Arie Rip](#)

### Sites internet :

- Site du CSI à Paris:  
[www.csi.ensmp.fr](http://www.csi.ensmp.fr)
- CWTS Leiden :  
<http://www.socialsciences.leiden.edu/cwts/research/science-mapping-cwts.html>
- Pour un inventaire de différentes cartographies de différents domaines scientifiques, voir  
<http://scimaps.org/>
- Pour une entreprise spécialisée dans la production de cartographies de domaines scientifiques, voir <http://mapofscience.com/>  
S'y trouve également une liste des publications concernant le « science mapping », voir <http://mapofscience.com/publication.html>
- A propos de cartes de citations (« citation maps ») comme produit commercial, voir  
[http://wokinfo.com/products\\_tools/multidisciplinary/webofscience/citmap/](http://wokinfo.com/products_tools/multidisciplinary/webofscience/citmap/)
- Sinon : <http://www.touchgraph.com/company/overview>  
“We believe existing data sets can reveal new insights when visualized effectively. Our focus is on creating tools that enable decision makers to display, navigate, and analyze complex data simply and intuitively.”
- Pour un programme concurrent de touchgraph:  
W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) Full 1.2 Specification. [Online]. World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/SVG12>. (cité dans Perianes-Rodriguez et al (2009))