

La bibliométrie comme outil d'appui aux politiques publiques

Edito

Les publications scientifiques et les citations reçues restent encore aujourd'hui la principale mesure des résultats de l'activité scientifique des pays. L'accroissement des informations disponibles dans les bases de données bibliométriques et l'amélioration de leur traitement ont eu pour conséquence le développement croissant des analyses bibliométriques depuis 20 ans. Ces dernières permettent notamment de caractériser et de positionner l'activité scientifique d'un acteur (pays, régions, institutions) par rapport à d'autres, de manière de plus en plus précise et diversifiée.

Ces analyses deviennent essentielles à tout acteur qui souhaite appréhender les dynamiques productives selon des angles thématiques scientifiques variés, et identifier l'entrée de nouveaux acteurs. A l'échelle des pays par exemple, ces analyses permettent d'appréhender le risque de modifications de la hiérarchie historique des pays ou encore de détecter des stratégies nationales différenciées en fonction des dynamiques de développement que la bibliométrie permet de révéler.

L'objectif de cette publication est de montrer en quoi la bibliométrie constitue un outil particulièrement riche pour accompagner les réflexions liées à l'élaboration

des politiques publiques en matière de recherche en caractérisant de nombreuses dimensions de l'activité scientifique.

Cette publication s'appuie sur une étude réalisée en 2012 par l'OST, commanditée par la Direction Générale pour l'Armement (DGA) du ministère de la Défense, qui a permis d'étudier l'évolution du potentiel scientifique des pays dans des grands domaines d'activités. V. Mérindol, A. Lahatte, F. Laville et S. Ramanana-Rahary analysent, à partir d'indicateurs bibliométriques, cinq dimensions de l'activité scientifique, en prenant l'exemple du domaine « mécanique et physique générales ». A travers une caractérisation fine de l'évolution du positionnement scientifique des pays dans ce domaine, ce travail apporte un éclairage sur les enjeux de politiques publiques qui y sont associés.

Sommaire

☛ Les caractéristiques scientifiques des pays en « mécanique et physique générales » fondées sur des indicateurs bibliométriques.....	2
☛ Perspectives	22

Les caractéristiques scientifiques des pays en « mécanique et physique générales » fondées sur des indicateurs bibliométriques

Valérie Mérindol, OST, Agenor Lahatte, OST

valerie.merindol@obs-ost.fr agenor.lahatte@obs-ost.fr

Françoise Laville, OST, Suzy Ramanana-Rahary, OST

francoise.laville@obs-ost.fr suzy.ramanana@obs-ost.fr

Le positionnement des pays dans la production scientifique mondiale a connu des évolutions majeures au cours de ces 10 dernières années, ce qui rend parfois difficile l'identification des forces et les faiblesses des pays. Deux raisons principales expliquent cette difficulté. Tout d'abord, les pays émergents ont mis en place des politiques très volontaristes leur permettant (sur certains aspects) de challenger les grands pays occidentaux. Ensuite, l'internationalisation croissante de la recherche a conduit à de multiples formes d'interdépendance qui rendent plus difficile une analyse du positionnement des pays au niveau mondial. Face à ces évolutions, disposer d'une analyse fine de l'activité scientifique devient déterminant pour les politiques publiques. En effet, celles-ci requièrent la prise en compte de l'évolution rapide des trajectoires scientifiques.

A partir de la base de données de l'OST construite en s'appuyant sur les données du *Web of Science*[®] sur les publications, il est possible de caractériser et de positionner l'activité scientifique des pays à partir des données de publications, de copublications et de citations. L'analyse bibliométrique peut ainsi constituer un outil d'appui aux politiques publiques en contribuant à répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les domaines scientifiques clés de spécialisation pour chaque pays ?
- Quelle est l'influence mondiale des pays dans ces domaines ?
- Quelle est la qualité de la production scientifique des pays mesurée par leurs citations ?
- Quelle est le degré d'internationalisation de leur production scientifique ? Quelles sont les interdépendances entre pays dans le domaine des activités scientifiques ?

Cet article illustre la façon dont la bibliométrie peut éclairer utilement les décideurs publics sur les questions énoncées précédemment. A partir des résultats de l'étude réalisée en 2012 par l'OST et commanditée par la Direction générale pour l'Armement (DGA) du ministère de la Défense sur le potentiel scientifique de 9 pays dans des grands domaines d'activités scientifiques.

Pour la comparaison de l'activité scientifique sur les années 2001-2009, les 9 pays retenus sont regroupés en deux catégories :

- Les pays aux capacités scientifiques « installées » : France, Royaume-Uni, Allemagne, Etats-Unis ainsi que la zone Union européenne (UE 27). Ces pays et l'Union européenne dans son ensemble sont caractérisés par une tradition de recherche et une activité scientifique dense.
- Les pays aux capacités scientifiques « émergentes » : Chine, Inde, Brésil, Singapour. Il s'agit de pays qui ne disposent pas d'une longue tradition de recherche mais font preuve d'un volontarisme très important en matière de recherche, qui se traduit sur la décennie 2000 par un très fort dynamisme dans la production scientifique.

Douze indicateurs bibliométriques ont été construits sur cinq dimensions clés de l'activité scientifique des pays : le positionnement mondial, le profil de spécialisation, la visibilité scientifique, l'internationalisation de la recherche, et enfin les liens forts dans les réseaux de collaboration. Les indicateurs ont été construits

sur les deux aspects clés de l'activité scientifique : les publications et les citations. « Publications » et « citations » sont complémentaires et indissociables l'une de l'autre pour étudier les différentes facettes de l'activité scientifique.

Cet article présente les indicateurs pour chacune de ces dimensions et les résultats obtenus dans un domaine assez large d'activités scientifiques « mécanique et physique générales ». Les experts de la DGA ont sélectionné 5 spécialités scientifiques construites par *Thomson Reuters*, à partir d'une combinaison de journaux du *Web of Science* : Génie Mécanique, Mécanique, Physiques des Fluides, Plasma, Physique du solide. Au total, cela correspond à plus de 20 000 publications scientifiques pour l'année 2001 et plus de 30 000 pour l'année 2009 qui ont été retenues pour construire les indicateurs.

Les résultats obtenus permettent de caractériser finement l'évolution du positionnement scientifique des neuf pays. Ils apportent ainsi un éclairage sur leurs activités scientifiques ainsi que sur les enjeux de politiques publiques qui y sont associés.

Analyser le positionnement scientifique mondial

La première étape de cette étude vise à positionner les pays en fonction de leur poids respectif dans la production scientifique mondiale d'une part, et en fonction de leur place dans les citations reçues d'autre part.

L'émergence de la Chine comme un acteur clé en « mécanique et physique générales »

Si les Etats-Unis et l'Union européenne arrivent en tête de la production scientifique mondiale, les pays aux capacités scientifiques « installées » voient tous leur part mondiale de publications diminuer. L'ampleur des variations varie, selon les pays, sur la période 2001 et 2009. La plus forte diminution concerne l'Allemagne (- 26 %).

A l'inverse, les pays aux capacités scientifiques « émergentes » voient leur part mondiale de publica-

tions progresser mais de manière inégale. La Chine progresse de 104 % et l'Inde de 63 % entre 2001 et 2009.

Ces deux pays se situent dans une logique de rattrapage scientifique. Cette progression permet à la Chine de dépasser les 10 % de part mondiale de publications en 2009. La Chine passe ainsi devant le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne. La progression de l'Inde ne lui permet pas de changer de position dans le classement. Sa part mondiale de publications en « mécanique et physique générales » est en dessous de 4 %.

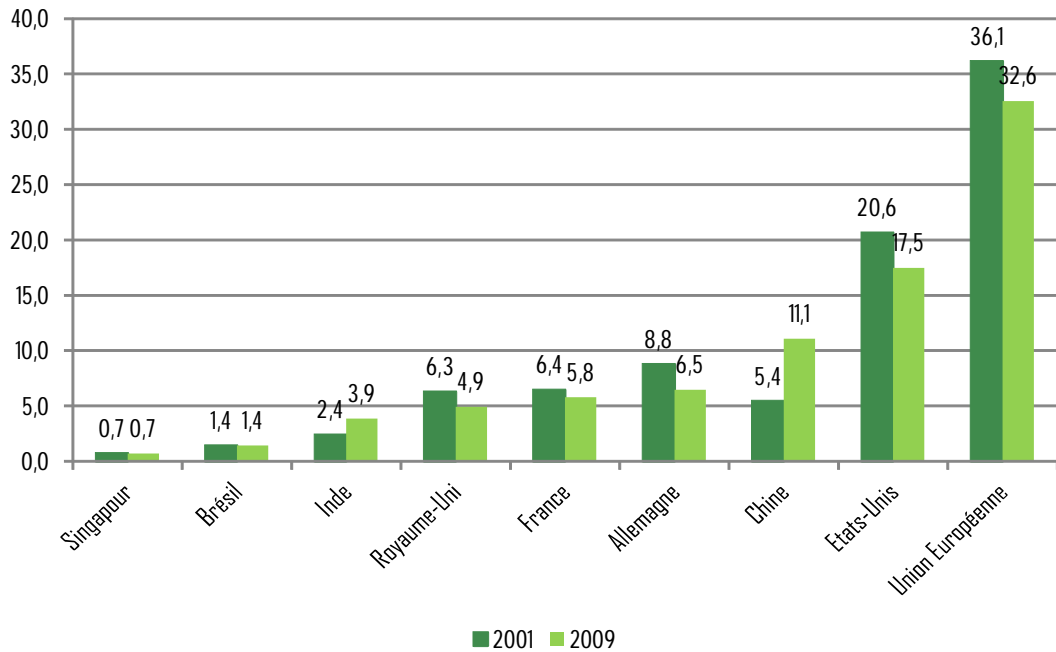
Le choix des indicateurs de positionnement mondial

Pour caractériser les activités scientifiques des pays, une première approche consiste à analyser leur poids relatif dans la recherche scientifique mondiale. Les deux indicateurs retenus sont la **part mondiale de publications** et la **part mondiale de citations**¹. Ces indicateurs constituent en quelque sorte des indicateurs relatifs à la « puissance » scientifique des pays puisqu'ils font ressortir les effets de masse associés à la production scientifique. Ces indicateurs permettent d'appréhender quels sont les pays influents voire incontournables dans la recherche scientifique au niveau mondial.

Les parts mondiales de publications de Singapour et du Brésil en « mécanique et physique générales » stagnent sur la période 2001 à 2009. Elles ne dépassent pas 1 % pour Singapour. Cette part représente 1,4 % pour le Brésil.

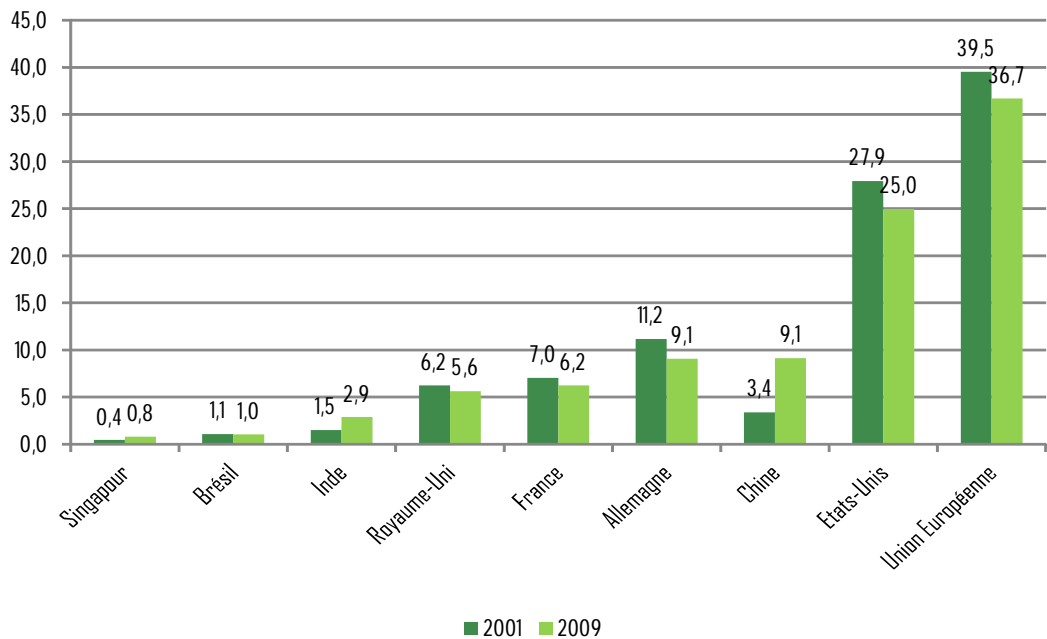
¹ Les citations retenues sont les citations reçues l'année de publication et l'année suivante, soit les citations à 2 ans.

Figure 1 - Part mondiale de publications scientifiques en « mécanique et physique générales » évolution 2001-2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

Figure 2 - Part mondiale de citations dans le domaine « mécanique et physique générales » évolution 2001-2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

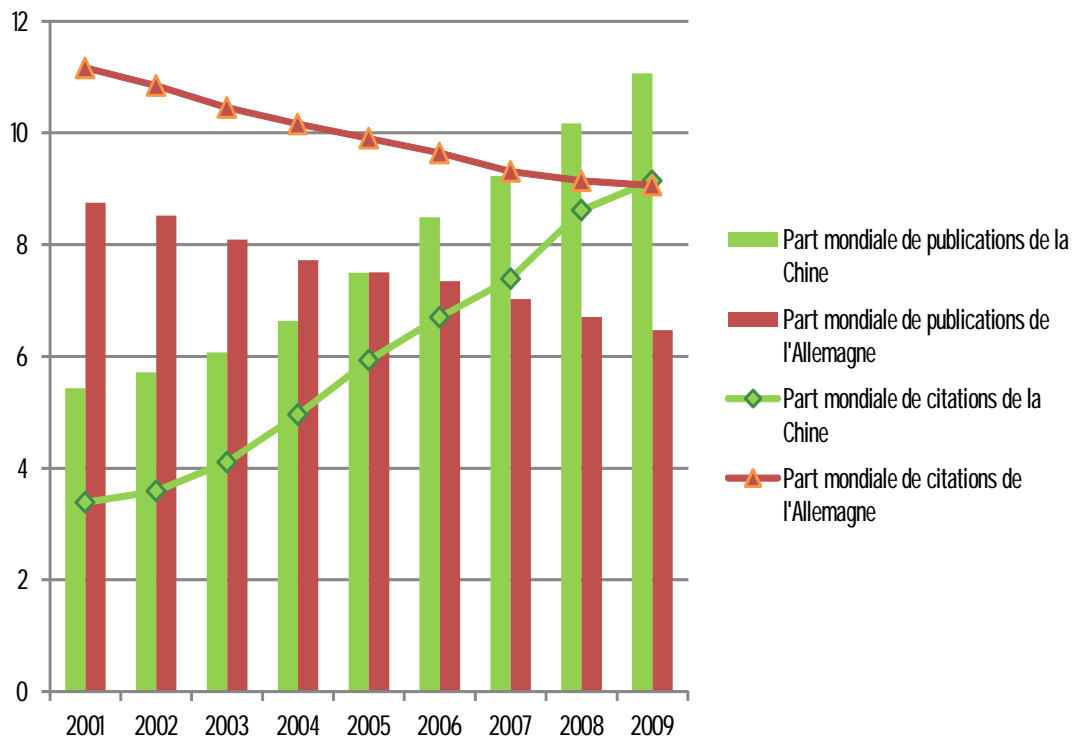
Les évolutions de la part mondiale de citations sont assez analogues à celles observées pour les publications. On constate que sur une longue période, les pays aux capacités scientifiques « installées » voient, comme pour les publications, leur part mondiale de citations diminuer. Sur la période 2001 à 2009, la diminution la plus importante concerne, encore une fois, l'Allemagne (- 19 %). Comme pour la production scientifique, les Etats-Unis, la France et le Royaume-Uni résistent mieux, avec respectivement une diminution de 11 % et 10 % de leur part mondiale de citations.

Parmi les pays aux capacités scientifiques « émergentes », la Chine obtient la plus forte progression de sa part mondiale de citations (+ 170 %) entre 2001 et 2009. Cette progression est plus forte que celle des publications. Ainsi, la Chine passe en

troisième position tant pour les publications que pour les citations en « Fluides et Structure ». Dans les deux cas, elle se positionne en 2009 devant l'Allemagne. Toutefois, malgré cette progression, la Chine reste très loin derrière les Etats-Unis et l'Union européenne. En 2009, elle se retrouve à quasi égalité avec l'Allemagne.

La figure suivante met en évidence le fait que la Chine passe devant l'Allemagne en part mondiale de publications en « mécanique et physique générales » à partir de 2006. La part mondiale croissante de citations de la Chine et celle décroissante de l'Allemagne se rejoignent en 2009. Si les tendances se confirment dans les années à venir, la Chine dépassera nettement l'Allemagne tant en part mondiale de publications que de citations.

Figure 3 - Part mondiale de publications et de citations de la Chine et de l'Allemagne en « mécanique et physique générales » de 2001 à 2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

Les spécialisations des pays : de l'analyse du profil à l'identification de spécialisations clés

Les pays sont caractérisés par des profils de spécialisation divers qui traduisent des efforts particuliers dans certains domaines scientifiques par rapport aux autres. L'analyse présentée dans cette section vise à analyser le poids relatif d'une discipline pour un pays par rapport à l'ensemble des disciplines dans lesquelles le pays est actif. Cette analyse est réalisée sur les deux dimensions : publications d'une part, et citations d'autre part.

Cette analyse du profil de spécialisation permet de mettre en évidence que s'il existe en « Mécanique et physique générales » un « gap scientifique » entre

les Etats-Unis et les autres pays étudiés, celui-ci n'est pas nécessairement synonyme d'une forte spécialisation du pays dans ce domaine.

Autre élément important de l'analyse, une spécialisation importante dans un domaine scientifique n'est pas nécessairement suffisante pour identifier le caractère éminemment stratégique de ce domaine : les analyses bibliométriques peuvent apporter des compléments d'analyse sur ce point en identifiant des domaines scientifiques qui « rapportent » plus de citations que les autres domaines scientifiques dans lesquels les pays sont actifs.

Le choix des indicateurs de spécialisation

Pour étudier les spécialisations scientifiques, nous utiliserons les indices de spécialisation les plus communément utilisés par la communauté des chercheurs (Thus et al, 2008). **L'indice de spécialisation** en référence mondiale est le ratio entre d'une part le nombre des publications du pays A pour un domaine dans le total de la production scientifique de ce pays et, d'autre part le nombre de publications de ce domaine dans la production scientifique mondiale. La valeur neutre est 1. Plus l'indice est supérieur à 1, plus le pays est spécialisé dans un domaine donné par rapport au Monde.

Pour tenter d'apprécier les domaines de spécialisation qui pourraient être les plus stratégiques pour un pays, il est possible de compléter cette approche par un autre indicateur : **l'indice d'attractivité scientifique** proposé par Zitt et al. (2000).

Cet indicateur correspond au ratio entre :

- d'une part, les citations reçues à deux ans par les publications d'un pays dans un domaine sur le total des citations reçues par les publications de ce pays tous domaines confondus et,
- d'autre part, les citations reçues à deux ans par les publications de ce domaine dans le monde sur le total des citations des publications tous domaines confondus dans le monde.

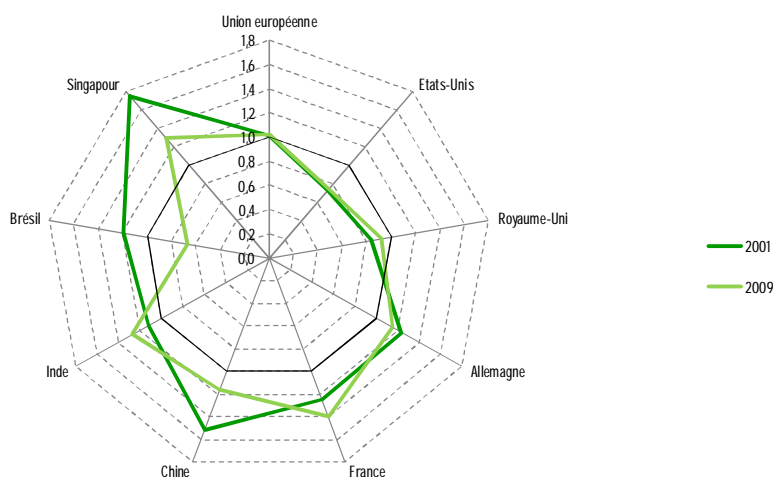
Cet indicateur est normalisé à 1. **Il mesure si un domaine scientifique attire relativement plus de citations que les autres domaines scientifiques dans lesquels un pays est actif.** Les résultats obtenus pour l'indice de spécialisation et l'indice d'attractivité sont relativement corrélés (Zitt et al. 2000). Toutefois, nous proposons de retenir l'hypothèse que lorsque l'indice d'attractivité est supérieur à l'indice de spécialisation (et que ce phénomène dure dans le temps), le domaine d'activité scientifique est stratégique dans la mesure où il s'agit d'un domaine qui apporte beaucoup de notoriété au pays concerné par rapport à l'effort consenti en termes de production scientifique.

« Mécanique et physique générales » : un domaine de spécialisation élevé et renforcé pour la France

Une première analyse au niveau du profil de spécialisation conduit à mettre en évidence qu'en 2009, la France (1,40) est le pays le plus spécialisé en « mécanique et physique générales », devant Singapour (1,29), l'Inde (1,28), la Chine (1,16) et l'Allemagne (1,15).

La spécialisation des pays aux capacités scientifiques « installées » reste relativement stable sur la période 2001 à 2009, à l'exception de la France qui renforce son activité de 12 % sur la période. En revanche, la spécialisation des pays aux capacités scientifiques « émergentes » diminue fortement au cours du temps, en particulier pour le Brésil (- 44 %), Singapour (- 26 %) et pour la Chine (- 23 %). Seule l'Inde renforce sa spécialisation au cours de la période 2001-2009, traduisant un effort dans la durée en « mécanique et physique générales » comparativement à d'autres domaines d'activités scientifiques.

Figure 4 - Indice de spécialisation scientifique en « mécanique et physique générales » des pays et zones étudiés en 2001 et 2009



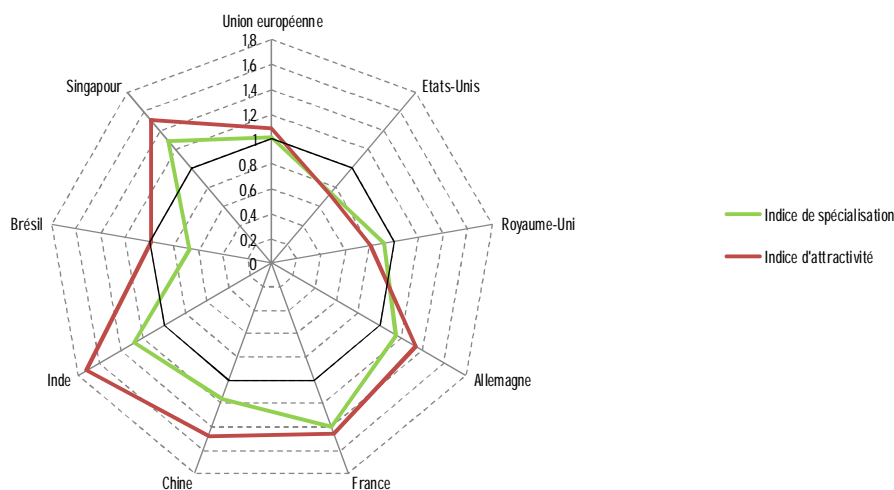
Source : Thomson Reuters, traitements OST

« Mécanique et physique générales » : un domaine clé pour de nombreux pays

Comparer l'indice de spécialisation et l'indice d'attractivité scientifique permet d'affiner l'analyse de la spécialisation et de préciser pour quels pays, le domaine « Mécanique et physique générales » constitue un domaine stratégique.

L'indice d'attractivité de la France est élevé (1,46) mais ne dépasse que très légèrement son indice de spécialisation. A l'inverse pour Singapour, le Brésil, l'Inde, la Chine et dans une moindre mesure l'Allemagne, ce domaine leur apporte un rayonnement scientifique important comparativement aux autres domaines dans lesquels ils sont actifs.

Figure 5 - Importance du domaine « mécanique et physique générales » - Indice de spécialisation versus Indice d'attractivité scientifique en 2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

Analyser la visibilité scientifique internationale

Cette section vise à étudier la visibilité internationale des pays, c'est-à-dire la reconnaissance scientifique qu'ils ont obtenue sur le plan mondial.

Le choix des indicateurs de visibilité scientifique

Les indicateurs de visibilité scientifique sont construits à partir du nombre de citations reçues par publication. Leur exploitation est indissociable de la prise en compte de la variété des pratiques de citations. Ces indicateurs font référence aux comportements des chercheurs qui utilisent les citations pour construire l'état de l'art associé à leur recherche et ainsi contribuer à la reconnaissance de résultats scientifiques antérieurs. Néanmoins, les citations ne sont pas seulement révélatrices de l'utilisation de résultats de recherche, elles reflètent aussi l'existence de comportements stratégiques à citer (Meyer, 2000). C'est le cas par exemple des auto-citations, des citations ciblées exclusivement sur les travaux de son propre réseau de chercheurs ou encore des citations ciblées sur des travaux dont le prestige est déjà établi.

Au regard des pratiques de citations, **les indicateurs de visibilité scientifique** sont souvent considérés comme des proxis de la mesure de qualité de la recherche, mais aussi comme le révélateur d'une capacité à s'insérer dans les réseaux scientifiques (connaissances et capacités à jouer avec les règles de fonctionnement et d'insertion dans les communautés de chercheurs).

Nous proposons, ici, de retenir deux indicateurs associés à la visibilité scientifique d'un pays.

L'indice d'impact observé à 2 ans donne une indication sur l'impact des articles mesuré par les citations reçues (sur une période récente : 2 ans) après leurs publications dans les journaux, et ceci comparativement à l'ensemble des articles publiés dans le monde dans un même domaine. L'indice d'impact observé permet donc de mesurer la **visibilité moyenne des publications d'un pays dans un domaine comparativement à la visibilité moyenne des publications dans le Monde pour ce domaine**. Un indice supérieur à 1 signifie que les publications d'un pays ont obtenu plus de citations que les publications dans le même domaine dans le monde.

Le **ratio de citation relatif (RCR)** est le rapport entre l'indice d'impact observé et l'indice d'impact espéré² et permet de mesurer la **visibilité relative des publications d'un pays comparativement à celle de l'ensemble des articles publiés dans les mêmes journaux supports**. Ce ratio peut être utilisé comme un proxy de l'impact de la recherche dans la communauté de chercheurs dans lequel un pays est actif, la communauté de chercheurs étant délimitée par les journaux supports dans lesquels les pays publient. Un RCR supérieur à 1 signifie que les publications d'un pays sont en moyenne plus citées que les articles publiés dans le même journal. Un RCR élevé peut être associé à une stratégie réussie de positionnement au sein d'une communauté scientifique.

La position clé de l'Allemagne et des Etats-Unis et la progression remarquable de Singapour

Tous les pays étudiés dans cette étude voient leur indice d'impact observé à deux ans en « mécanique et physique générales » progresser sur la période 2001 à 2009, à l'exception du Brésil (- 7 %) et de la France (- 1 %). Singapour connaît une progression particulièrement forte (+ 73 %). Cette évolution lui permet de se classer en 2009 devant la France. Ces résultats confirment l'effort de rattrapage mené par Singapour dans ce domaine.

Il faut noter la position remarquable des Etats-Unis et de l'Allemagne qui obtiennent un indice d'impact très élevé : leurs publications bénéficient en moyenne de 40 % de citations de plus que la moyenne mondiale en 2009. Enfin, si la visibilité scientifique de la Chine, et dans une moindre mesure celle de l'Inde, croissent sur la période 2001 à 2009, elles restent très en-dessous de la moyenne mondiale dans le domaine « mécanique et physique générales ».

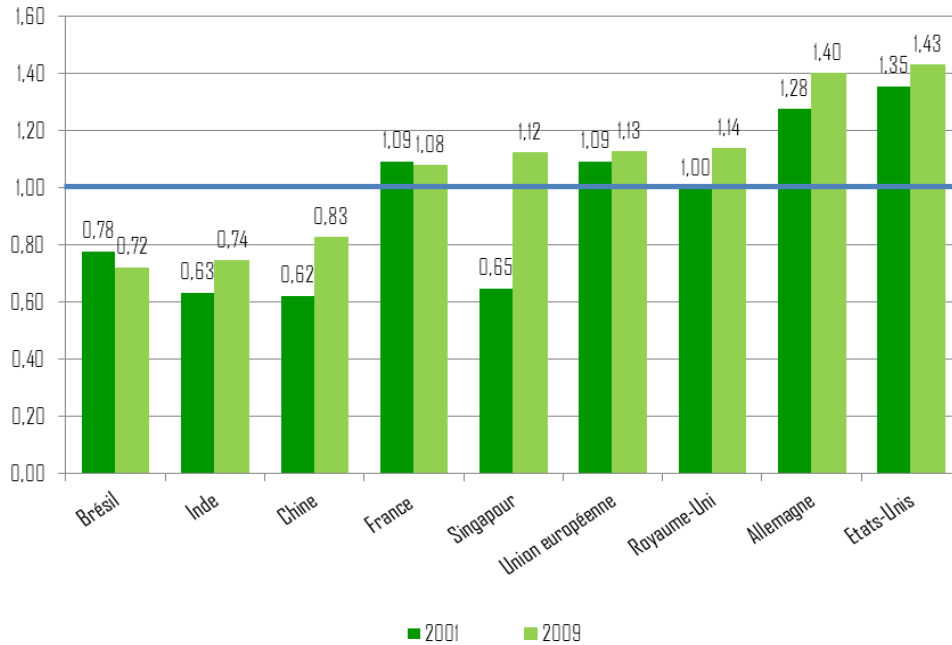
A noter que pour Singapour, l'évolution remarquable de l'indice d'impact observé sur une période assez courte est difficile à expliquer sans une analyse approfondie tant quantitative que qualitative. A ce stade, on peut néanmoins suggérer que plusieurs facteurs peuvent jouer :

- une amélioration de l'insertion dans les réseaux de recherche via des résultats scientifiques de qualité,
- et/ou des pratiques de recrutement de chercheurs occidentaux ou formés en Occident qui maîtrisent les « codes » pour publier et ont déjà une reconnaissance internationale³,
- et/ou l'introduction croissante de revues asiatiques dans les journaux sélectionnés au sein du *Web of Science*[®] (Zitt et al, 2003).

² L'indice d'impact espéré à 2 ans correspond au nombre moyen de citations à 2 ans obtenues par les articles des journaux au sein desquels les institutions d'un pays publient, rapporté au nombre moyen des citations des publications de ce domaine dans le monde. Un indice supérieur à 1 indique que les institutions du pays publient dans des journaux à forte notoriété scientifique dans une discipline donnée.

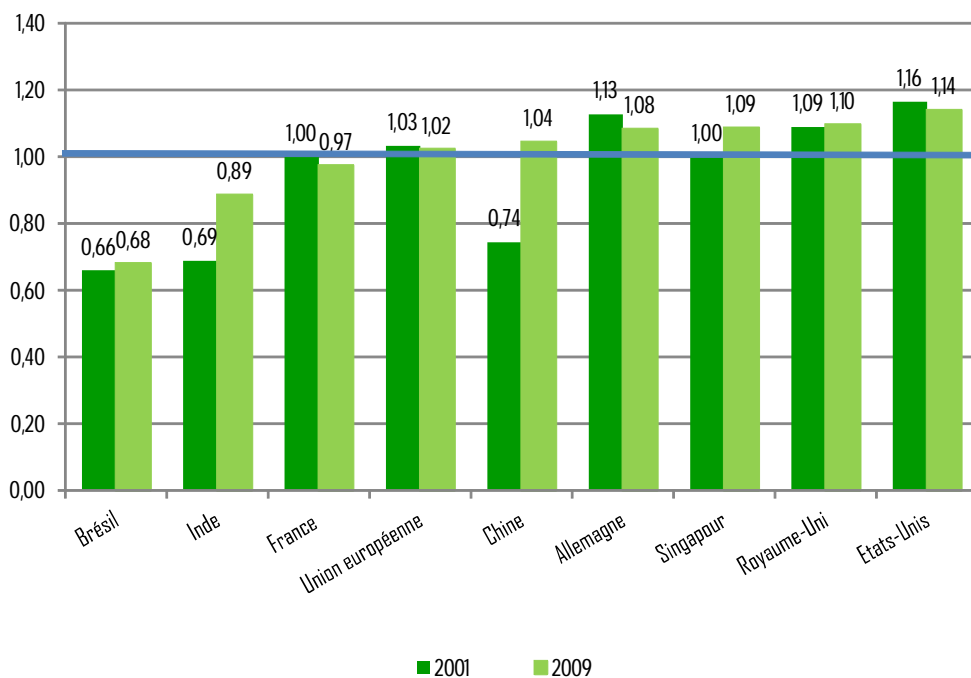
³ Pratiques de plus en plus fréquentes dans de nombreux domaines scientifiques, ce qui permet à un pays de se positionner très vite sur la scène mondiale.

Figure 6 - Evolution de la visibilité réelle des publications des 9 pays et zones étudiées en « mécanique et physique générales » - Indice d'impact observé à 2 ans 2001 et 2009 (par ordre croissant en 2009)



Source : Thomson Reuters, traitements OST

Figure 7 - Evolution du ratio de citations relatif (RCR) des 9 pays et zones étudiées en « mécanique et physique générales » en 2001 et 2009 (par ordre croissant en 2009)



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La progression de l'Inde et de la Chine : vers un positionnement ciblé à l'intérieur du domaine ?

La Chine et l'Inde ont un ratio de citations relatif (RCR) qui progresse fortement entre 2001 et 2009. Cette progression permet à la Chine en 2009 d'avoir des articles cités qui se situent dans la moyenne des articles publiés dans les mêmes supports. Ainsi si l'indice d'impact de la Chine est encore faible en 2009, ce pays semble avoir mis en place une stratégie réussie de positionnement dans certaines communautés à l'intérieur du domaine « Fluides et Structure ». A noter que le Royaume-Uni et les Etats-Unis ont un RCR largement supérieur à 1 en 2009, traduisant ainsi une visibilité de leurs publications supérieure à la moyenne des articles publiés dans les mêmes journaux.

Caractériser l'internationalisation de la recherche

L'internationalisation de la recherche est analysée le plus souvent au travers des copublications internationales. Les raisons d'être des collaborations scientifiques sont multiples et peuvent varier selon les domaines (Georghiou, 1998 ; Beaver,

2001). Les copublications internationales peuvent être motivées par l'existence de relations historiques (les liens coloniaux par exemple), par la nécessité de trouver de nouvelles ressources financières, de partager des infrastructures de recherche, de favoriser une complémentarité des compétences et des idées pour générer de la créativité. Elles peuvent aussi être motivées par la volonté des chercheurs d'accroître leur réputation.

Les motivations des équipes de recherche à collaborer à l'international diffèrent sensiblement selon que les équipes se situent dans des pays aux capacités scientifiques « installées » ou dans des pays aux capacités scientifiques « émergentes » (Wagner 2005 ; Wagner et Leydesdorff, 2005). Une enquête réalisée par Wagner et al. (2001) met en évidence que les pays aux capacités scientifiques « installées » recherchent les collaborations internationales principalement pour accroître leur réputation sur la base de l'excellence scientifique. Ces résultats sont en partie cohérents avec ceux obtenus par Thus et al. 2008 qui montrent que l'intensité des collaborations scientifiques internationales tendrait à diminuer avec la taille scientifique des pays. Pour les pays aux capacités scientifiques « émergentes », les motivations sont plus variées : recherche d'excellence, insertion dans les réseaux internationaux, acquisition des actifs complémentaires à l'extérieur des frontières.

Choix des indicateurs d'internationalisation de la science

Pour étudier l'internationalisation de la science, quatre indicateurs ont été retenus :

Le premier indicateur est la **part des copublications internationales** dans l'ensemble des publications scientifiques du pays. Cet indicateur mesure l'intensité de l'activité scientifique réalisée en collaboration internationale. Lorsque cet indicateur est comparé à la **part de copublications nationales**, il est possible d'affiner l'analyse concernant l'effort de collaboration par son orientation (nationale versus internationale). Il faut noter néanmoins que ces deux indicateurs ne sont pas exclusifs, les copublications pouvant être nationales (i.e. écrites avec des partenaires nationaux) et internationales.

Deux indicateurs supplémentaires ont été construits sur la base des citations: la **prime de visibilité des copublications nationales** et la **prime de visibilité des copublications internationales**. Ces indicateurs mesurent le nombre moyen de citations reçues sur 3 ans respectivement pour les copublications nationales et pour les copublications internationales d'un pays par rapport à la moyenne des citations reçues sur 3 ans pour les publications de ce pays. Plus l'indicateur est supérieur à 1 plus les publications en collaboration nationales ou internationales ont une visibilité importante par rapport à la visibilité de l'ensemble des publications du pays. Ces indicateurs mesurent en quelque sorte l'intérêt stratégique de la collaboration scientifique pour la visibilité d'un pays.

La comparaison de ces deux indicateurs permet de préciser lesquelles des copublications nationales ou internationales apportent en moyenne, plus de citations aux pays. Ainsi, une prime de visibilité scientifique élevée pour les copublications internationales (i.e. >1 et $>$ à la prime de visibilité des copublications nationales) tra-

France, Royaume-Uni, Allemagne : des pays fortement internationalisés en « mécanique et physique générales »

L'internationalisation de la recherche en « mécanique et physique générales », mesurée par les copublications internationales, est particulièrement élevée pour la France, le Royaume-Uni et l'Allemagne (autour de 50 %). A l'inverse, la Chine et l'Inde sont peu internationalisées.

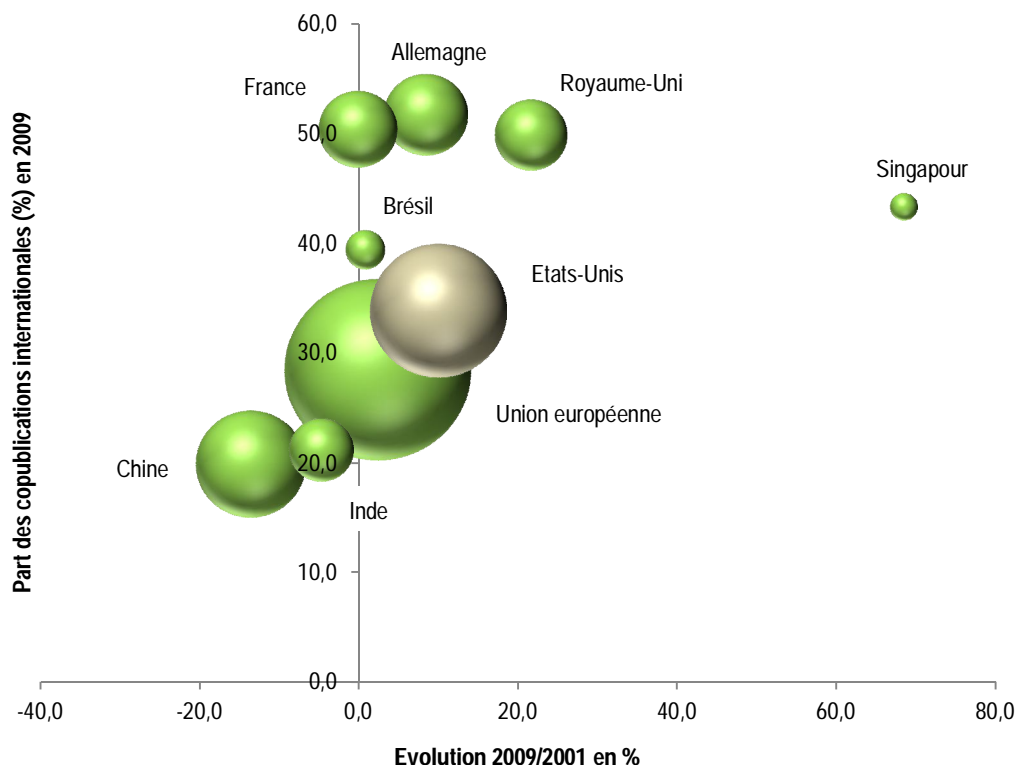
Entre 2001 et 2009, l'internationalisation de la production scientifique des pays étudiés évolue peu, à l'exception de Singapour (+ 68,4 %). A noter que la Chine et l'Inde, qui sont les plus faiblement internationalisées en 2009, sont aussi les deux pays pour les-

quels la part des copublications internationales a diminué entre 2001 et 2009.

On peut déduire du graphique ci-dessous qu'une part importante des copublications internationales des pays européens sont réalisées au sein de l'Union européenne, ce qui explique la « relative faible » part des copublications internationales de l'UE27.

La France, le Royaume-Uni, l'Allemagne et, dans une moindre mesure, Singapour ont une part de copublications internationales en « mécanique et physique générales » largement supérieure à leur part de copublications nationales en 2009. Pour ces pays, les collaborations sont donc nettement orientées en dehors du territoire national. On obtient le constat inverse pour les autres pays, en particulier pour la Chine et l'Inde.

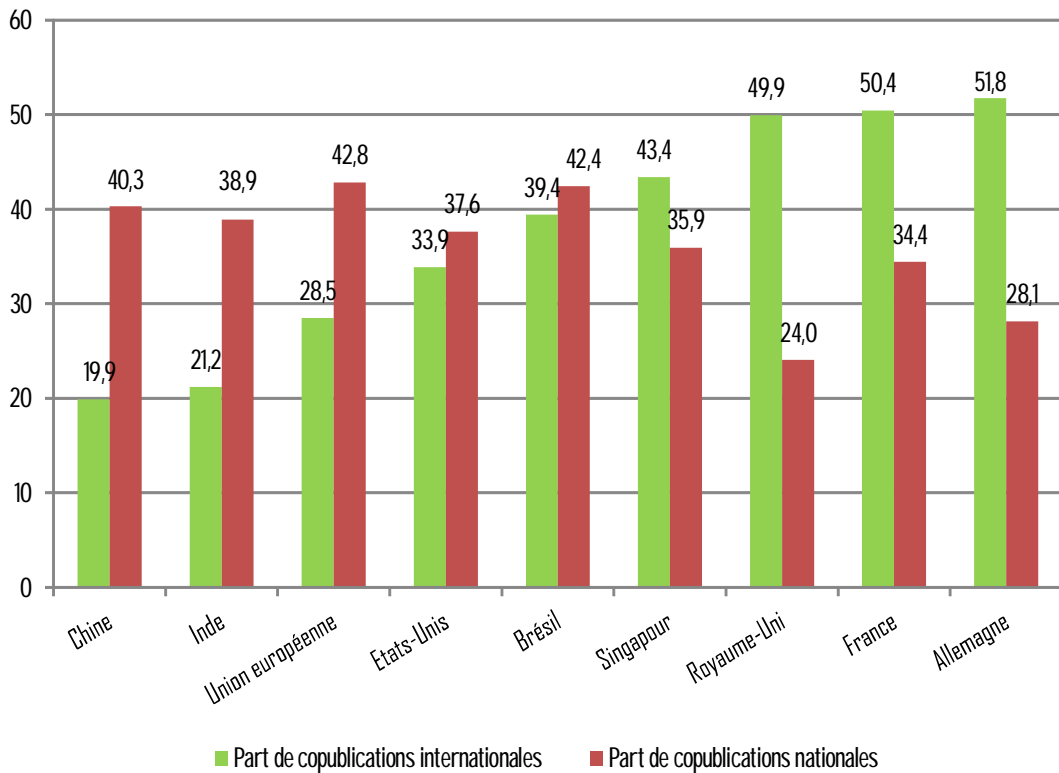
Figure 8 - Internationalisation de la recherche en « mécanique et physique générales » en 2009 et évolution entre 2001 et 2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La taille des bulles est proportionnelle au volume de publications scientifiques en 2009.

Figure 9 - Part des copublications nationales et internationales en « mécanique et physique générales » en 2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La visibilité scientifique de l'Inde, de la Chine, du Brésil et du Royaume-Uni tirée par les copublications internationales

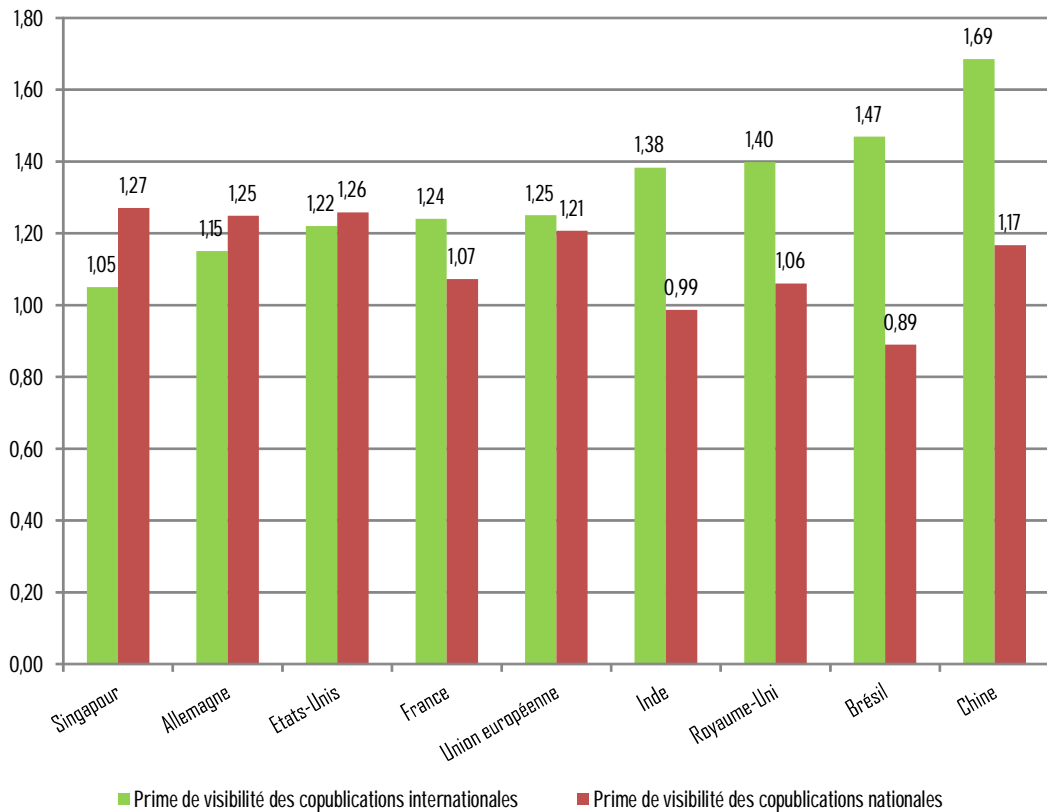
Seuls trois pays ont une prime de visibilité de leurs copublications nationales supérieure à celle de leurs copublications internationales. Il s'agit de Singapour, de l'Allemagne et des Etats-Unis, des pays pourtant relativement orientés vers les collaborations internationales en « mécanique et physique générales ».

A noter que l'Inde, le Royaume-Uni, le Brésil et la Chine sont fortement dépendants des collaborations internationales pour leur visibilité scientifique. En particulier pour l'Inde et le Brésil, les copublications internationales sont en moyenne beaucoup plus citées que le reste de leur production scientifique en 2009.

Pour la Chine, les publications en collaborations internationales sont en moyenne (près de 70 %) plus visibles que l'ensemble de ses publications dans le domaine « mécanique et physique générales ».

Enfin, la France dépend des collaborations internationales pour son rayonnement scientifique (dans une moindre mesure que la Chine ou l'Inde). Les collaborations internationales de la France apportent une visibilité moyenne de près de 25 % supérieure à la moyenne de l'ensemble de ses publications.

Figure 10 - Prime de visibilité des copublications nationales et internationales en « mécanique et physique générales » en 2009



Source : Thomson Reuters, traitements OST

Caractériser les liens forts dans les réseaux scientifiques

Si les collaborations internationales occupent une place importante dans la production scientifique des pays, reste encore à identifier l'existence de liens forts entre les pays et à les caractériser.

Le choix des indicateurs de collaborations scientifiques

Il est possible d'étudier les liens forts par l'intensité des copublications bilatérales et par les liens de dépendance entre les pays mesurés par les collaborations bilatérales qui contribuent le plus à construire la notoriété scientifique d'un pays.

Deux types d'indicateurs ont été utilisés:

L'indice d'affinité est utilisé pour évaluer l'intensité des copublications scientifiques d'un pays A avec un pays B, sur une année donnée et dans une discipline donnée, et ceci par rapport à l'ensemble de la coopération internationale de ces deux pays. Cet indicateur mesure les liens entre deux pays nonobstant la taille scientifique de chaque pays. L'indice est normalisé à 1. Plus l'indice est élevé plus les liens de copublications sont importants.

La **prime de visibilité des copublications selon les pays partenaires** est utilisée pour étudier l'apport moyen en termes de citations des copublications réalisées avec un pays en particulier en comparaison à l'apport moyen des copublications internationales. Il s'agit donc d'étudier quels sont les pays partenaires qui contribuent le plus à la visibilité d'un pays via les activités de copublications. L'indicateur retenu et dénommé 'prime de visibilité des copublications selon les pays partenaires' mesure le nombre moyen de citations reçues sur 3 ans pour les copublications bilatérales d'un pays A avec un pays B par rapport à la moyenne des citations reçues sur 3 ans pour les publications en collaboration internationale du pays A. Plus l'indicateur est supérieur à 1 plus les publications en collaboration entre le pays A et B ont une visibilité importante par rapport à la visibilité de l'ensemble des copublications internationales de A. Cet indicateur mesure en quelque sorte l'intérêt stratégique de la collaboration scientifique pour la visibilité d'un pays. Les résultats sont présentés sous forme de réseau.

Des liens forts en « mécanique et physique générales » dominés par la proximité culturelle, géographique ou historique

L'indice d'affinité, pour la période 2005-2009⁴, a été calculé pour le domaine « mécanique et physique générales ». Cet indicateur doit être utilisé pour des pays disposant d'une certaine taille scientifique et lorsqu'il existe un nombre minimum de liens. C'est pourquoi deux seuils ont été retenus afin de sélectionner les pays pour réaliser l'analyse : 1) des pays qui ont une activité scientifique « minimum » (1 500 publications toutes disciplines confondues par an) et 2) des pays qui ont une collaboration bilatérale importante (20 % des liens bilatéraux les plus nombreux). Le choix des seuils n'est pas neutre et il peut modifier sensiblement la représentation des réseaux scientifiques. Ici, les seuils conduisent à ne retenir que des pays qui ont une activité de publications et de collaborations scientifiques significatives dans le domaine « mécanique et physique générales ».

Les relations scientifiques les plus importantes sont généralement associées à la proximité géographique, culturelle et/ou historique (par exemple des anciens liens de collaboration ou l'existence de partenariats installés depuis de nombreuses années) (Wagner & Leydesdorff, 2005). Ainsi, les liens forts de la Chine sont avec Singapour (SGP) et l'Australie (AUS) et le Japon (JPN). L'Allemagne entretient des relations étroites principalement avec les pays de l'Europe du Nord et de l'Europe centrale et orientale ainsi qu'avec la Suisse (CHE). Pour la France (FRA), les liens forts se matérialisent avec l'Italie (ITA), la Suisse (CHE) et la Belgique (BEL), la Bulgarie (BGR) et l'Espagne (ESP). Les liens forts du Royaume-Uni (GBR) sont principalement tournés vers l'Europe du Nord. A no-

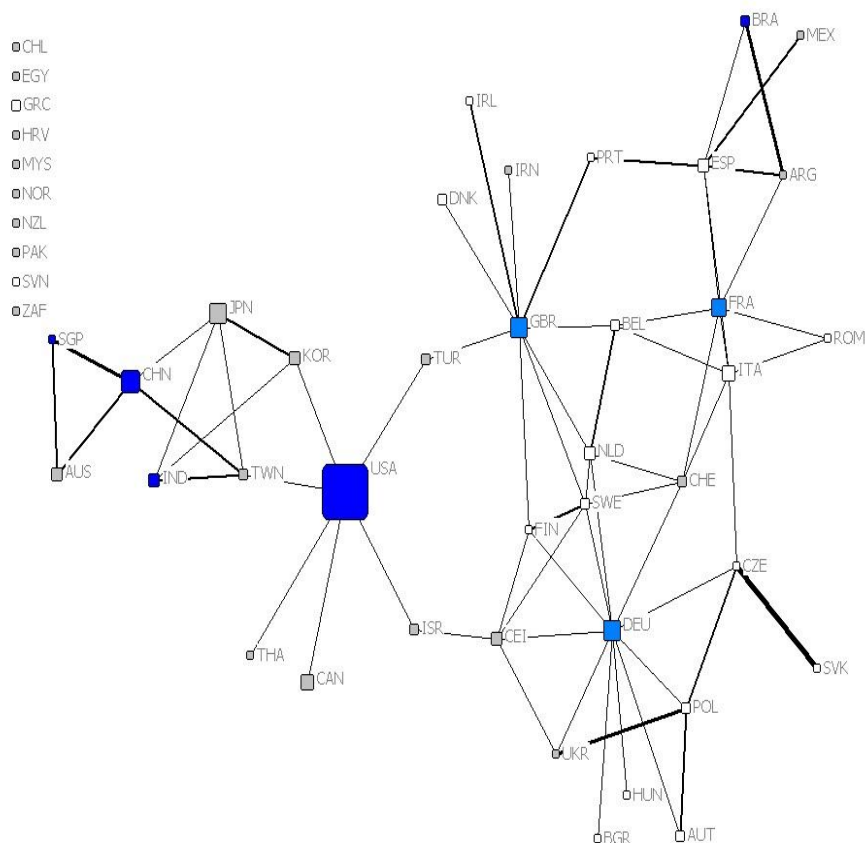
ter que l'Argentine (ARG) est un partenaire important du Brésil (BRA). Le Brésil entretient aussi des relations importantes avec l'Espagne (ESP). L'Inde entretient des relations étroites avec le Japon (JPN) et Taiwan (TWN). Enfin les Etats-Unis (USA) entretiennent des liens forts avec des pays asiatiques (comme la Thaïlande (THA) ou la Corée du Sud (KOR)) ainsi qu'avec Israël (ISR) et la Turquie (TUR). Il s'agit donc de pays avec lesquels les Etats-Unis entretiennent des relations économiques, politiques et technologiques fortes depuis de nombreuses années. En revanche les Etats-Unis n'entretiennent de liens forts (mesurés par l'indice d'affinité) avec aucun des pays européens.

Les partenaires stratégiques des Etats-Unis, de la France et de la Chine pour leur visibilité internationale

Une analyse plus fine pour chaque pays a permis d'étudier les relations bilatérales clés pour construire la visibilité scientifique des pays. Nous présentons dans les graphiques suivants les résultats obtenus pour 3 pays : Etats-Unis, France, Chine. L'indicateur « prime de visibilité des collaborations selon les pays partenaires » a été construit pour l'année 2007 (avec les citations reçues pour ces collaborations sur les 3 années : 2007, 2008, 2009). Cet indicateur mesure l'intérêt stratégique de la collaboration scientifique bilatérale pour la visibilité d'un pays.

⁴ L'étude portait sur la comparaison des réseaux sur deux périodes. Dans le cadre de cette publication, une seule période a été retenue, par souci de simplification.

Figure 11 - Les liens forts dans le réseau de la recherche en « mécanique et physique générales » entre 2005 et 2009 - Indice d'affinité supérieur à 1



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La taille des carrés est proportionnelle au volume de copublications internationales des pays. Les pays étudiés dans ce rapport sont en bleus. Les pays sans lien sont ceux qui se situent au-dessus du seuil de publications retenu pour l'analyse mais n'entretenant aucun lien fort avec les autres pays. L'épaisseur du trait représente l'intensité de l'indice d'affinité entre deux pays.

Les Etats-Unis : des pays européens comme partenaires clés

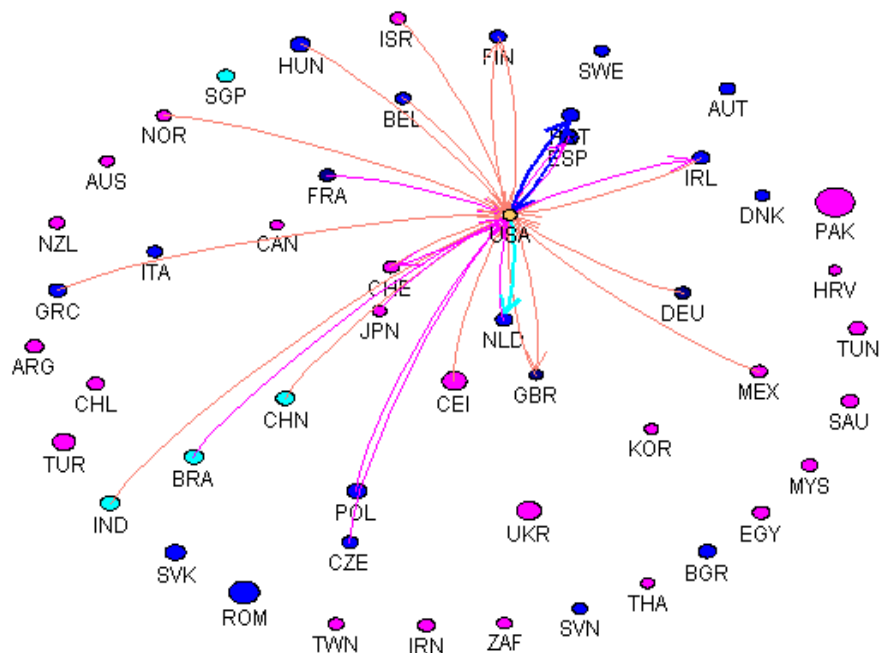
Les collaborations en 2007 entre les Etats-Unis et le Portugal (PRT) contribuent fortement à leur visibilité scientifique en « mécanique et physique générales ». Pour les deux pays, la prime de visibilité est comprise entre 2 et 3. Ainsi pour chacun des deux pays, les copublications avec l'autre

pays sont donc entre 2 et 3 fois plus citées que l'ensemble de leurs copublications internationales. Ce résultat peut apparaître surprenant et interroge notamment sur la nature de la collaboration entre les Etats-Unis et le Portugal et des compétences scientifiques en présence. Interpréter ce résultat nécessite une analyse plus fine, cette fois à un niveau qualitatif, sur les projets qui peuvent relier des équipes de recherche des deux pays.

A noter que les copublications des Etats-Unis avec les Pays-Bas (NLD), l'Irlande (IRL), le Royaume-Uni (GBR), la Suisse (CHE) ainsi qu'avec la Finlande (FIN) contribuent aussi à la visibilité scientifique des Etats-Unis mais dans une moindre mesure. La prime

de visibilité scientifique des copublications scientifiques des Etats-Unis avec ces pays est comprise entre 1,2 et 2. Ainsi ces copublications sont 20 à 100 % plus citées que l'ensemble des copublications internationales des Etats-Unis.

Figure 12 - Les Etats-Unis et les liens de visibilité les plus forts en « mécanique et physique générales » - primes de visibilité des collaborations bilatérales 2007



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La taille des bulles est proportionnelle à l'indice d'attractivité de la discipline normalisé par l'indice de spécialisation. Plus les bulles sont importantes, plus l'indice d'attractivité est supérieur à l'indice de spécialisation.

Les couleurs des liens sont définies en fonction de l'indicateur de primes de visibilité scientifique selon les codes suivants. A titre d'illustration, la prime de visibilité des collaborations bilatérales entre les Pays-Bas et les Etats-Unis est pour les Etats-Unis comprise entre 1,6 et 2

Couleurs des liens	
■ >10	■]1.2 ; 1.4]
■]5 ; 10]	■]1 ; 1.2]
■]3 ; 5]	■]0.8 ; 1]
■]2 ; 3]	■]0.4 ; 0.8]
■]1.6 ; 2]	■ <= 0.4
■]1.4 ; 1.6]	

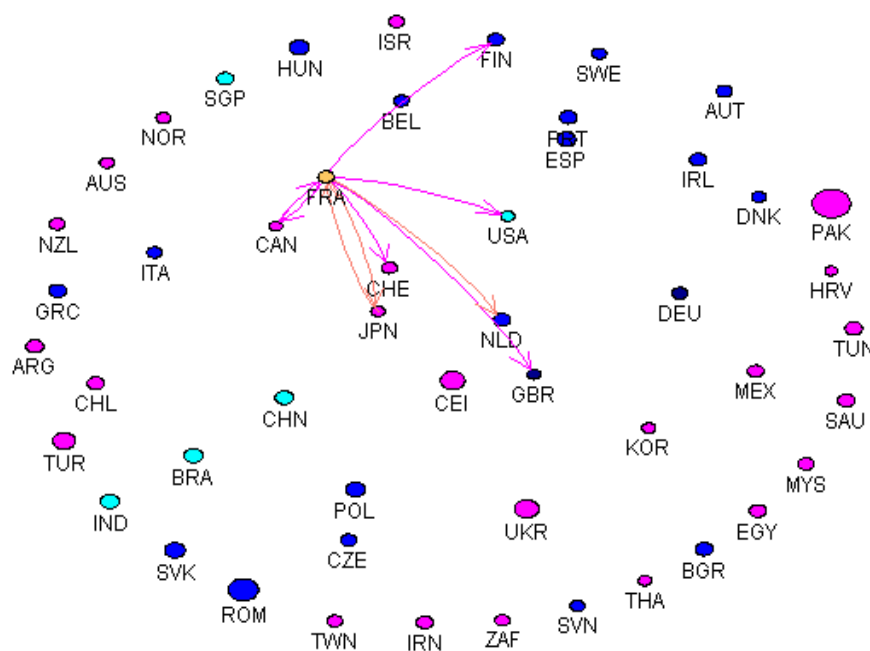
La France : 8 partenaires clés en « mécanique et physique générales » répartis sur 3 continents

Pour la France (FRA), les copublications avec 8 pays contribuent à sa visibilité scientifique en « mécanique et physique générales » en 2007. Il s'agit des Etats-Unis (USA), de la Finlande

(FIN), du Canada (CAN), de la Suisse (CHE), du Royaume-Uni (GBR), des Pays-Bas (NLD), du Japon (JPN). En 2007, la prime de visibilité scientifique de la France avec ces pays est comprise entre 1,2 et 1,6 .

Point marquant, seules les collaborations de la France avec le Japon et le Canada contribuent aussi fortement à la visibilité scientifique de ces pays.

Figure 13 - La France et les liens de visibilité les plus forts en « mécanique et physique générales » - primes de visibilité des collaborations bilatérales en 2007



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La taille des bulles est proportionnelle à l'indice d'attractivité de la discipline normalisé par l'indice de spécialisation. Plus les bulles sont importantes, plus l'indice d'attractivité est supérieur à l'indice de spécialisation.

Couleurs des liens	
■ >10	■]1.2 ; 1.4]
■]5 ; 10]	■]1 ; 1.2]
■]3 ; 5]	■]0.8 ; 1]
■]2 ; 3]	■]0.4 ; 0.8]
■]1.6 ; 2]	■ <= 0.4
■]1.4 ; 1.6]	

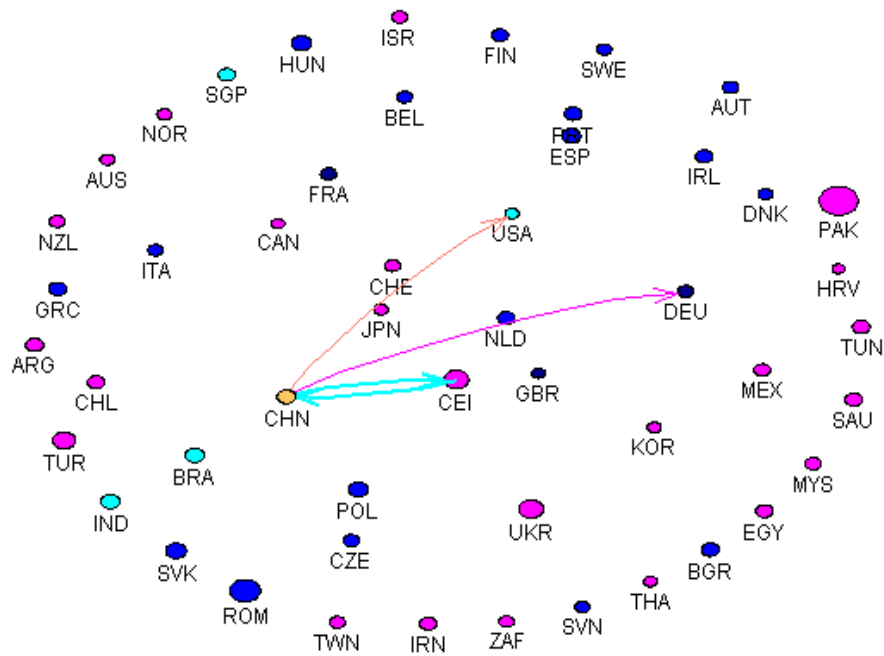
La Chine : la Russie (CEI) comme partenaire clé en « mécanique et physique générales »

Pour la Chine, les copublications scientifiques avec 3 pays, en 2007, contribuent fortement à sa visibilité scientifique en « mécanique et physique générales ». Il s'agit de la Russie (CEI),

suivie de l'Allemagne (DEU) et des Etats-Unis (USA).

A noter que les collaborations entre la Chine (CHN) et la Russie (CEI) contribuent fortement à la visibilité scientifique des deux pays (les primes de visibilité sont comprises entre 1,6 et 2). Ce n'est pas le cas pour l'Allemagne et les Etats-Unis.

Figure 14 - La Chine et les liens de visibilité les plus forts en « mécanique et physique générales » - primes de visibilité des collaborations bilatérales en 2007



Source : Thomson Reuters, traitements OST

La taille des bulles est proportionnelle à l'indice d'attractivité de la discipline normalisé par l'indice de spécialisation. Plus les bulles sont importantes, plus l'indice d'attractivité est supérieur à l'indice de spécialisation.

Couleurs des liens	
■ >10	■ [1,2 ; 1,4]
■ [5 ; 10]	■ [1 ; 1,2]
■ [3 ; 5]	■ [0,8 ; 1]
■ [2 ; 3]	■ [0,4 ; 0,8]
■ [1,6 ; 2]	■ ≤ 0,4
■ [1,4 ; 1,6]	

Conclusion

Cette étude sur le positionnement des 9 pays dans le domaine « mécanique et physique générales » permet d'apporter deux grands types de conclusion. La première est associée aux résultats issus de cette comparaison et aux constats que celle-ci suscite sur le positionnement français. La seconde est plus générique et permet de mettre en évidence le rôle de la bibliométrie comme outil d'appui aux politiques publiques.

La position de la France dans le domaine « mécanique et physique générales » : les faits marquants

D'une manière générale, l'analyse réalisée permet de constater que si les Etats-Unis et l'Union européenne préservent leur avance (tant en termes de part mondiale de publications que de part de citations), leurs positions s'érodent dans les années 2000. La Chine renforce considérablement son poids mondial lui permettant d'être classée devant les pays européens pris individuellement (Allemagne, France, Royaume-Uni) tant en part mondiale de publications qu'en part de citations en 2009. L'Allemagne et les Etats-Unis apparaissent de loin comme les pays dont les publications sont en moyenne les plus citées dans le monde. A noter la forte et rapide progression de Singapour en termes de visibilité scientifique (indice d'impact observé en particulier) même si ce pays a une position modeste sur les indicateurs « de puissance » (moins de 1 % de part mondiale de citations et de publications en 2009).

Dans ce contexte, que dire de la France ? Bien que renforçant sa spécialisation dans le domaine entre 2001 et 2009, son rayonnement international tend à s'éroder. En 2009, elle se situe derrière la Chine, l'Allemagne et le Royaume-Uni sur la plupart des indicateurs de « puissance » et de rayonnement scientifique. La France se caractérise par une forte internationalisation de ses publications. Celles-ci jouent un rôle clé pour sa visibilité puisqu'elles obtiennent une prime de visibilité nettement supérieure à celle de ses copublications nationales. Au regard de ces indicateurs, si la France ne manque pas d'atouts, elle se caractérise en revanche par une position relativement moins avantageuse que ces deux partenaires européens (Allemagne et Royaume-Uni). Cette situation s'accroît au cours de la période étudiée, et la France se trouve progressivement challengée par l'Inde.

Enfin, à partir d'une analyse des liens de copublications, il est possible de faire ressortir pour la France,

l'existence d'un partenaire stratégique, la Suisse. En effet les liens forts entre la France et la Suisse sont identifiés sur les deux dimensions de l'analyse de réseaux. Cette situation s'explique sans doute par la présence du CERN en Suisse :

- la France et la Suisse copublient relativement beaucoup ensemble. L'indice d'affinité entre ces deux pays est supérieur à 1;
- les copublications de la France avec la Suisse contribuent fortement à la visibilité scientifique de la France. Les copublications entre la France et la Suisse sont plus de 40 % plus citées que l'ensemble des copublications internationales de la France.

La bibliométrie : un outil essentiel pour éclairer la politique publique

Cette étude a montré que les indicateurs bibliométriques pouvaient contribuer à mieux cerner l'activité scientifique des pays sur des dimensions variées, et donc pouvaient apporter un éclairage riche sur l'environnement dans lequel les orientations de politiques publiques devaient être prises. En donnant les moyens de mieux comprendre le contexte, cette étude constitue un outil d'appui aux politiques publiques au moment où les décideurs publics sont confrontés à des exigences nouvelles sur la définition de priorités de financement de la recherche et de coopération internationale.

Pour répondre pleinement à cet objectif, la combinaison entre des études bibliométriques et le savoir des experts scientifiques spécialisés dans les domaines étudiés s'avère primordiale. Les connaissances tacites des experts permettent de mieux interpréter les résultats obtenus. En ce sens, la bibliométrie est plus qu'un outil d'analyse du contexte, elle devient un outil potentiel de dialogue entre les responsables de politiques publiques et les experts scientifiques, au fait des pratiques de la science.

Le tableau suivant synthétise les questions auxquelles les études bibliométriques peuvent apporter des éclairages. Cette contribution peut se réaliser à l'échelle des pays voire des régions. ■

	Indicateurs/mesures	Questions clés
DIMENSION 1 - Positionnement mondial		
Influence par la taille de la production et des citations	Part mondiale de publications	Quelle position mondiale ? Quelle est l'influence des pays dans la recherche mondiale ?
Influence par les citations reçues	Part mondiale de citations	Quelles sont les évolutions dans le temps ?
DIMENSION 2 - Profil scientifique		
Effort important dans un domaine scientifique en termes de production de nouvelles connaissances	Indice de spécialisation scientifique	Quel est le profil de spécialisation ? Quelles sont les spécialisations les plus stratégiques ?
Des domaines scientifiques qui contribuent à la visibilité scientifique de la production scientifique nationale	Indice d'attractivité	Comment ces spécialisations évoluent dans le temps ?
DIMENSION 3 - Visibilité internationale		
Visibilité internationale de la recherche	Indice d'impact observé à deux ans	Quel pays est le plus visible à l'international ? Comment évolue sa visibilité dans le temps ? Le pays est-il visible dans les domaines de forte spécialisation ?
Visibilité scientifique dans la communauté de chercheurs de référence	Ratio de citations relatif (RCR)	Le pays est-il reconnu dans les communautés scientifiques dans lesquelles il est inséré ?
DIMENSION 4 - internationalisation de la recherche		
Internationalisation de la recherche scientifique	Part de publications en collaboration nationale Part de publications en collaboration internationale	Quels sont les domaines scientifiques où les pays co-publient le plus à l'international ? Comment l'internationalisation évolue dans le temps ?
Dépendance internationale pour la visibilité scientifique	Prime de visibilité scientifique des collaborations nationales Prime de visibilité scientifique des collaborations internationales	Les copublications internationales d'un pays apportent-elles plus de visibilité scientifique que ses copublications nationales ?
DIMENSION 5 - Les liens forts		
Les liens forts dans le réseau mondial de la recherche	Indice d'affinité scientifique	Quels sont les réseaux de collaboration ? Avec quels pays dans le monde les pays étudiés collaborent-ils le plus ?
Influence par la visibilité qu'apporte chaque pays dans le réseau mondial	Réseau des acteurs au niveau des primes de visibilité des copublications bilatérales	Quels sont les pays qui contribuent le plus au rayonnement scientifique des pays ?
Les liens de dépendance en termes de visibilité scientifique	Prime de visibilité scientifique des copublications bilatérales	Quelle est la collaboration scientifique qui « rapporte » le plus de rayonnement scientifique à un pays ?

Bibliographie indicative

Georghiou L. (1998), "Global cooperation in research", - *Research Policy* 27, 611- 626

Meyer, M. (2000), "What is Special about Patent Citations? Differences between Scientific and Patent Citations". *Scientometrics*, Volume 49, Number 1, 93-123 .

Thus B. et Glanzel W. (2008), "A structural analysis of publication profiles for the classification of European research institutes", *Scientometrics* vol. 74 (2), pp. 223-236

Wagner C. (2005), "Six case studies of international collaboration in science", *Scientometrics* vol. 62 (1), pp. 3-26

Wagner C.S. & Leydesdorff L. (2005), "Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science", *Research Policy* 34, pp. 1608-1618

Wagner C.S., Brahmakulam, Jackson B., Wong A., Yoda T. (2001), "Science and technology collaboration: building capacity in developing countries", *Rand Europe, Science and Technology*, Santa Monica

Zitt M., Bassecoulard E., Okubo Y. (2000), " Shadows of the past in international cooperation: collaboration profiles of the top five producers of science", *Scientometrics*, vol. 47 (3), pp. 627-657

Zitt, M., Ramanana-Rahary, S., et Bassecoulard, E. (2003), "Correcting glasses help fair comparisons in international science landscape: Country indicators as a function of ISI database delineation.", *Scientometrics*, 56(2), 259-282.

Perspectives

Cette étude offre des perspectives variées pour prolonger l'analyse, pour l'adapter à d'autres acteurs ou la transposer à d'autres bases de données.

Ce type d'analyse peut se décliner à des niveaux institutionnels différents (région, organismes et universités) afin de comparer des acteurs de taille semblable.

Cette analyse approfondie amène à se poser d'autres questions auxquelles la bibliométrie peut contribuer à répondre en développant de nouveaux indicateurs :

- **Quel pays cite quel pays ?** En effet, être cité par les américains, les chinois ou des établissements de son propre pays ne révèle pas les mêmes comportements stratégiques et permet de caractériser la zone d'influence d'un pays.
- **Quel est le réseau de mes partenaires ?** Il est possible d'aller plus loin que l'identification de liens forts en approfondissant la connaissance du réseau scientifique. Connaître le réseau de ses partenaires permet d'identifier des sources de connaissances indirectes et des zones

d'influences potentielles. Il peut être parfois stratégique de développer un partenariat pour entrer dans un réseau inaccessible directement ou pour pouvoir être mis en relation avec un partenaire considéré comme stratégique.

- **Quelle est la place des entreprises dans la production scientifique ?** Si la production scientifique est principalement une activité des universités et des organismes publics de recherche, certaines entreprises sont cependant actives dans ce domaine. Par ailleurs, les différences sectorielles sont fortes. Mesurer la part des publications du secteur privé et caractériser l'activité des entreprises en la matière pourrait permettre :
 - de proposer un indicateur de « capacité d'absorption des connaissances scientifiques », c'est-à-dire de leur capacité à comprendre les recherches issues du monde académique ;
 - de mesurer les collaborations entre les secteurs public et privé à partir des copublications et ainsi de réfléchir à une nouvelle mesure de la capacité à collaborer avec la recherche publique.

Cette analyse pourrait être, en partie, transposable à une analyse des brevets. Le positionnement technologique des acteurs permet d'étudier une autre dimension de l'activité de ces acteurs (pays, régions, institutions), essentielle et plus proche du marché.

Dans tous les cas, des analyses bibliométriques approfondies, tout du moins au niveau des pays, mériteraient d'être largement diffusées auprès des diffé-

rents acteurs nationaux de la recherche, afin qu'ils partagent une vision globale commune de la situation internationale. L'usage de la bibliométrie, fondée sur les publications comme sur les brevets, requerrait alors de favoriser l'émergence de nouvelles relations de travail avec les experts pour enrichir les analyses par une approche plus qualitative des pratiques de la science et de la technologie. ■

Collection Notes et Comptes-rendus

- ☀ *Notes et Comptes-rendus n° 1*, octobre 2010
Ateliers « Innovation et territoires » en collaboration OST - CEA
« *Exploiter les données et indicateurs pour positionner les capacités de R&D et d'innovation des régions* ».
- ☀ *Notes et Comptes-rendus n° 2*, janvier 2011
Ateliers « Innovation et territoires » en collaboration OST - CEA
« *Les indicateurs pour mesurer le poids d'un opérateur de R&D sur un territoire* »
- ☀ *Notes et Comptes-rendus n° 3*, juillet 2011
Ateliers « Innovation et territoires » en collaboration OST - CEA
« *Les indicateurs de R&D et d'innovation pour le suivi des SRI* »
- ☀ *Notes et Comptes-rendus n° 4*, décembre 2011
Ateliers « Innovation et territoires » en collaboration OST - CEA
« *Les indicateurs de la créativité pour les régions françaises* »
- ☀ *Notes et Comptes-rendus n° 5*, mai 2012
Ateliers « Innovation et territoires » en collaboration OST - CEA
« *Les indicateurs et mesures associés au thème de la connectivité régionale* »

Collection Résultats et recherches

- ☀ *Résultats et recherches n° 1*, mars 2012
Les classements internationaux : enjeux, méthodologies et perspectives pour les universités françaises
- ☀ *Résultats et recherches n° 2*, juin 2013
La bibliométrie comme outil d'appui aux politiques publiques

Collection Points méthodologiques

- ☀ *Point méthodologique n° 1*, février 2013
Inventivité des établissements d'enseignement supérieur

Les études de l'Observatoire des Sciences et des Techniques (www.obs-ost.fr) reposent sur les compétences et le travail de l'ensemble de l'équipe.

Observatoire des Sciences et des Techniques

21, boulevard Pasteur - 75015 Paris
Tél. : 01 44 39 06 80 / Fax : 01 45 48 63 94 / www.obs-ost.fr

Directrice de publication : Ghislaine Filliatreau

Rédactrice en chef : Emilie-Pauline Gallié

Réalisation : Marie-Laure Taillibert

Point de contact : Marie-Laure Taillibert ; marie.laure.taillibert@obs-ost.fr

ISBN : *en cours*