

*Les responsables politiques devraient éviter de se concentrer sur la seule conception de mesures de nature à inciter les entreprises à faire de la recherche et développement. Ils devraient aussi faciliter l'innovation non liée à la recherche, en particulier celle qui passe par le transfert de technologie.*

Elvis Korku Avenyo, Chiao-Ling Chien, Hugo Hollanders, Luciana Marins, Martin Schaaper et Bart Verspagen



## 2. Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

Elvis Korku Avenyo, Chiao-Ling Chien, Hugo Hollanders, Luciana Marins, Martin Schaaper et Bart Verspagen

### INTRODUCTION

#### L'innovation s'élargit à un nombre croissant de pays

Avec le développement des « économies émergentes », un nombre croissant de pays s'est lancé dans la recherche et développement (R&D). Les entreprises multinationales jouent un rôle crucial dans ce processus. En créant des sites de recherche (unités de R&D) à l'étranger, elles encouragent le transfert de connaissances et la mobilité du personnel de recherche. Soulignons qu'il s'agit d'un phénomène à double sens. Les entreprises multinationales basées au Brésil, dans la Fédération de Russie, en Inde, en Chine et en Afrique du Sud (le groupe BRICS) ne se contentent pas d'attirer les multinationales étrangères : elles rachètent également des entreprises de haute technologie en Amérique du Nord et en Europe, ce qui leur permet d'accéder du jour au lendemain à un personnel qualifié et à un portefeuille de brevets. Ce phénomène est particulièrement visible en Chine et en Inde, qui représentent désormais une part du volume mondial de dépenses de R&D des entreprises plus importante que l'Europe occidentale (figure 2.1). En 2014, par exemple, l'entreprise indienne Motherson Sumi Systems Ltd a racheté le faisceau de câblage de Stoneridge Harness Inc, basé dans l'Ohio aux États-Unis, pour un montant de 65,7 millions de dollars des États-Unis (voir chapitre 22).

#### Des cultures de travail différentes

Les agents privés font preuve d'innovation, tout comme les agents (semi-)publics, mais leurs cultures de travail différentes affectent la diffusion des connaissances nouvelles. Les scientifiques travaillant pour des institutions publiques telles que les universités sont depuis longtemps animés par la volonté d'établir une réputation fondée sur la transparence. Pour réussir, ils doivent être les premiers à faire état d'une découverte en la publiant dans des revues accessibles à un large public. Leur réussite implique par ailleurs que d'autres scientifiques reconnaissent cette découverte et l'utilisent pour leurs propres travaux. Le partage des connaissances avec les confrères et le grand public constitue donc un élément clé du travail des scientifiques universitaires.

Les scientifiques travaillant pour des entreprises privées, en revanche, ont d'autres motivations. Le respect des intérêts de leur employeur implique une certaine confidentialité et l'appropriation des connaissances plutôt que leur diffusion auprès du plus grand nombre. Dans un marché fondé sur la concurrence, les entreprises sont tenues de s'approprier les connaissances qu'elles développent (sous la forme de biens, services et procédés) afin d'éviter que leurs concurrents imitent leurs découvertes à moindre coût.

Les entreprises utilisent un large éventail de stratégies pour protéger leurs connaissances, des brevets et autres droits de propriété intellectuelle à la confidentialité. Même si elles finissent par rendre leurs connaissances publiques par

l'intermédiaire du marché, la protection de ces connaissances limite leur diffusion. Ce compromis entre le droit qu'ont les entreprises de protéger leurs connaissances et l'intérêt général est à la base de tout régime de droits de propriété intellectuelle utilisé dans l'économie mondiale.

Les connaissances publiques ne sont pas concernées, mais la plupart des connaissances développées aujourd'hui résultent d'une collaboration entre des acteurs publics et des acteurs privés, ce qui peut affecter le degré de diffusion des connaissances. L'influence des connaissances nouvelles sur la productivité agricole est un exemple particulièrement marquant. La « révolution verte » du milieu du XX<sup>e</sup> siècle s'appuyait presque exclusivement sur les recherches menées par des universités et des laboratoires publics. Les connaissances ainsi développées ont donc été mises à la disposition des agriculteurs du monde entier, ce qui a nettement stimulé la productivité agricole dans de nombreux pays en développement. Lorsque l'avènement de la génétique et de la biotechnologie moderne a donné un nouveau coup d'accélérateur à la productivité agricole à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la situation était cependant bien différente : les entreprises privées jouaient alors un rôle central et protégeaient leurs connaissances, ce qui a entraîné une dépendance bien plus forte des agriculteurs et d'autres acteurs vis-à-vis d'une poignée de multinationales agissant en situation de monopole. Cette situation a donné lieu à des débats houleux sur les aspects économiques et éthiques liés au développement de technologies « révolutionnaires » par des entreprises privées limitant leur diffusion.

#### La science privée est de plus en plus mobile

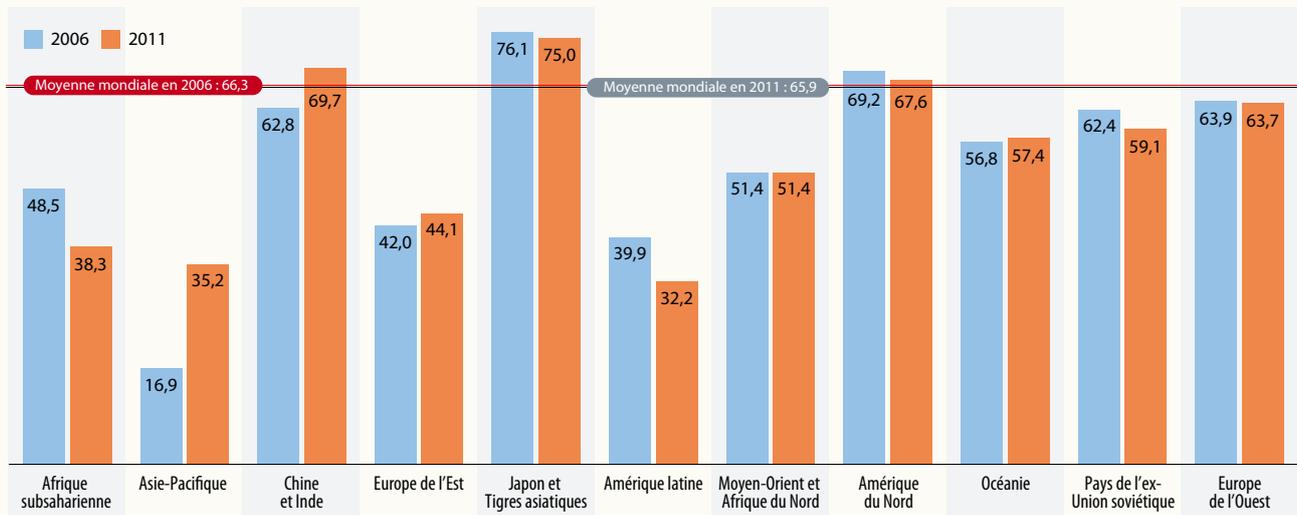
Le degré de mobilité constitue une autre différence « culturelle » entre la science publique et la science privée. Cette dernière est de plus en plus mobile, ce qui n'est pas le cas de la première. Il n'est pas ici question des chercheurs individuels travaillant dans le secteur public ou privé, qui ont tendance à envisager la mobilité comme un moyen de développer leur carrière, mais plutôt des différences au niveau institutionnel. Un nombre croissant d'entreprises relocalisent leurs laboratoires de recherche à l'étranger. Les universités restent dans l'ensemble beaucoup plus statiques et sont très peu nombreuses à s'implanter à l'étranger. Le secteur privé a donc potentiellement un rôle bien plus important à jouer que les universités dans l'instauration d'un « équilibre des ressources » dont disposent la science et la technologie partout dans le monde.

En 2013, l'Institut de statistique de l'UNESCO a lancé sa première enquête internationale sur l'innovation menée par les entreprises manufacturières. Pour la première fois, une base de données comprenant des indicateurs liés à l'innovation pour 65 pays à différents stades de développement a été rendue publique. Dans le présent chapitre, nous allons examiner les différents types d'innovation menés par les entreprises privées et les liens que ces dernières doivent établir avec

Figure 2.1 : Tendances en matière de dépenses de R&D des entreprises, 2001-2011

**La contribution de la R&D des entreprises aux DIRD a chuté depuis 2006 en Afrique subsaharienne, sur le continent américain et dans les anciens États soviétiques**

Part de la R&D des entreprises dans les DIRD au niveau national, 2006 et 2011 (%)



1,08 %

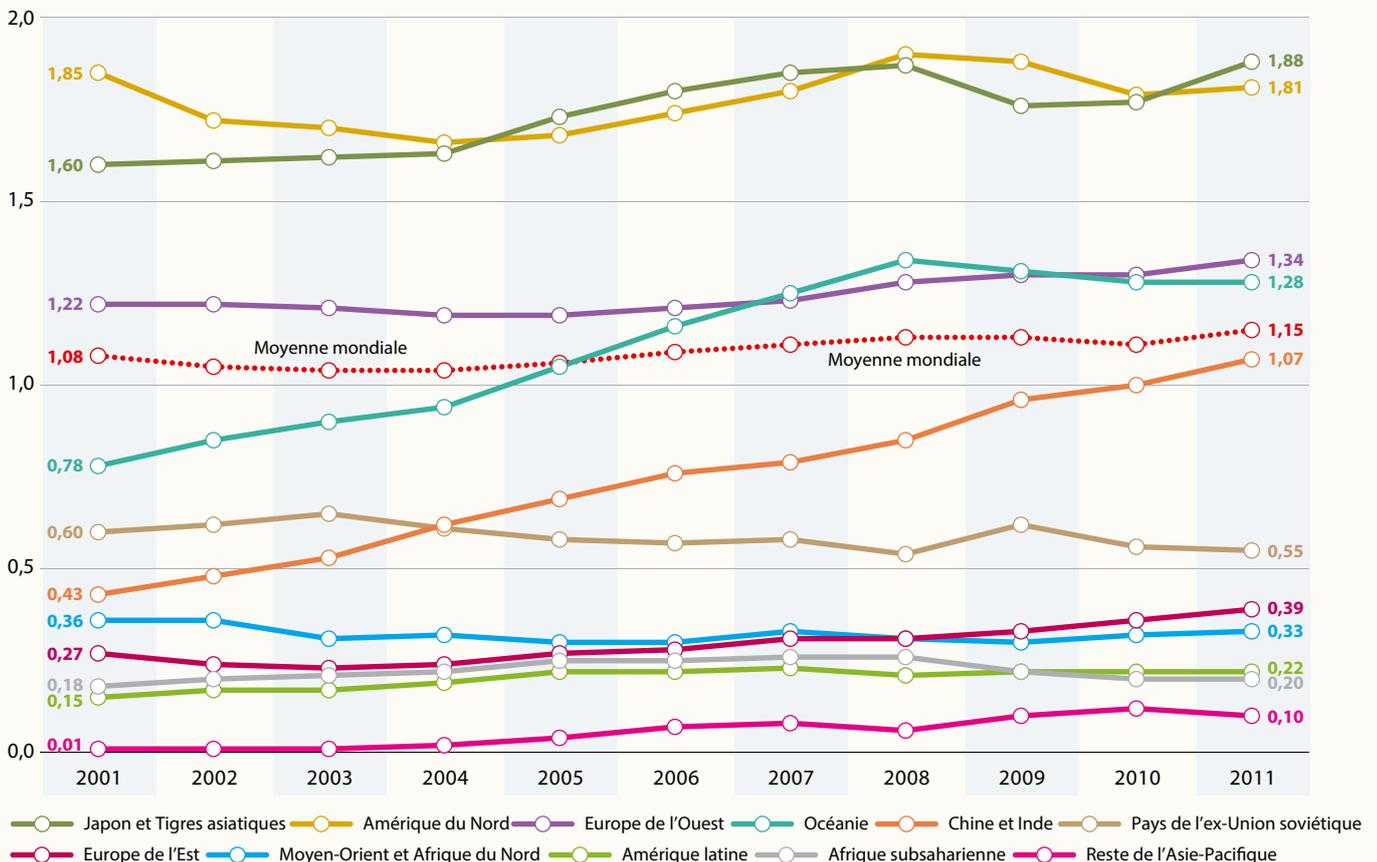
Moyenne mondiale pour les activités de R&D des entreprises en pourcentage du PIB en 2001

1,15 %

Moyenne mondiale pour les activités de R&D des entreprises en pourcentage du PIB en 2011

**La R&D des entreprises représente seulement 0,2 % du PIB en Amérique latine et en Afrique subsaharienne**

R&D des entreprises en pourcentage du PIB national, 2001-2011 (%)



# 5,1 %

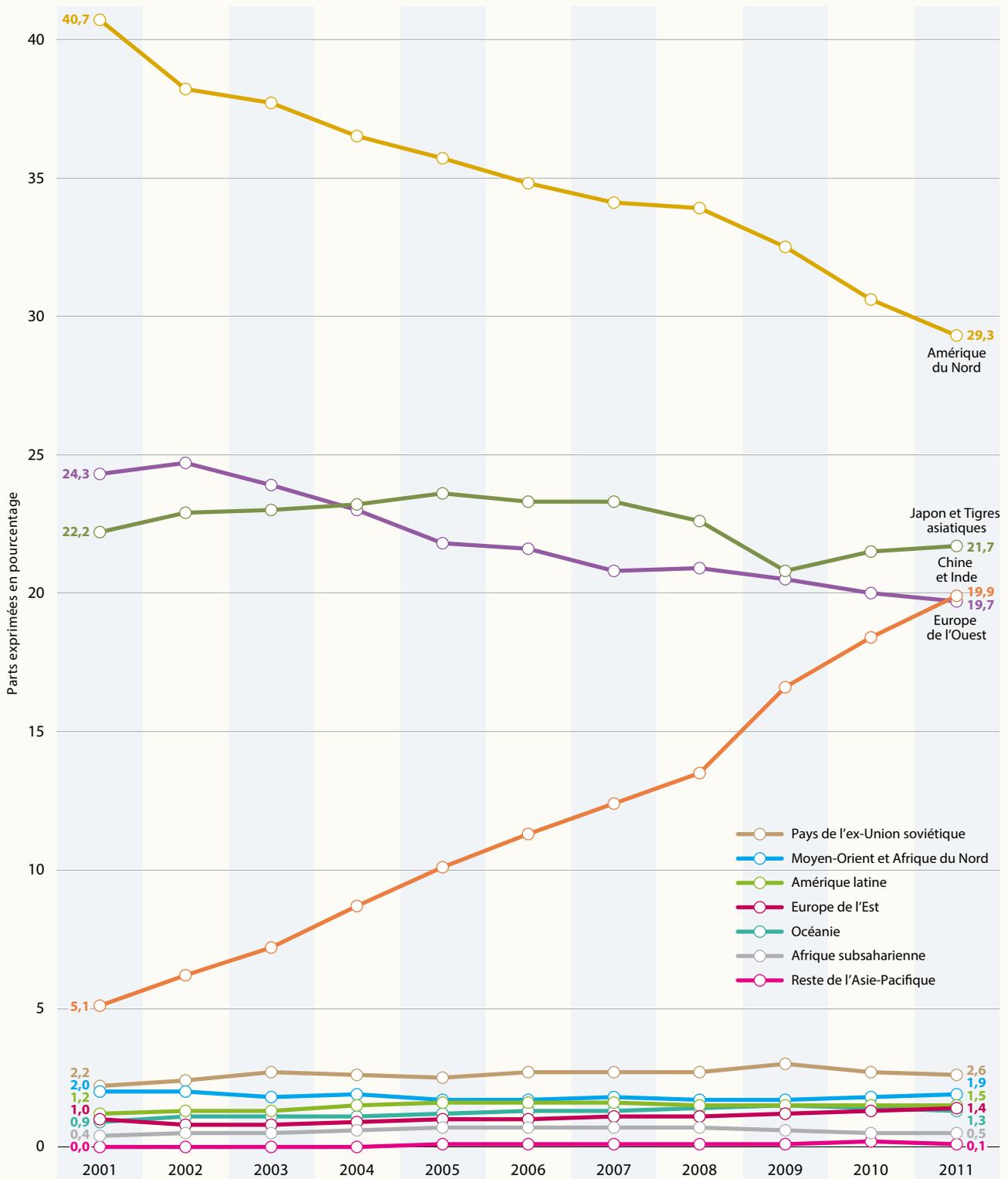
Part de la Chine et de l'Inde dans la R&D mondiale des entreprises en 2001

# 19,9 %

Part de la Chine et de l'Inde dans la R&D mondiale des entreprises en 2011

## Ensemble, la Chine et l'Inde ont accru leur part dans le volume mondial de dépenses de R&D des entreprises, au détriment de l'Europe de l'Ouest et de l'Amérique du Nord

Parts de la R&D des entreprises dans le monde, 2001-2011 (%), exprimées en dollars PPA



Remarque : Pour les besoins du présent chapitre, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord englobent l'Algérie, l'Arabie saoudite, Bahreïn, l'Égypte, les Émirats arabes unis, l'Iran, l'Iraq, Israël, la Jordanie, le Koweït, le Liban, la Libye, le Maroc, Oman, la Palestine, le Qatar, la Syrie, la Tunisie et le Yémen. Voir l'annexe 1 pour connaître la composition des Tigres asiatiques.

Source : Estimations de l'UNU-MERIT basées sur les données de l'Institut de statistique de l'UNESCO.

# RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

les autres acteurs socio-économiques pour innover. Nous allons également définir le profil des pays destinataires d'investissements directs étrangers (IDE) à travers le monde. Au lieu de classer les pays par ordre croissant ou décroissant, nous allons identifier les points communs et les différences qui caractérisent les entreprises qui innover dans des pays ayant des niveaux de revenu différents. Dans la seconde partie du présent chapitre, nous nous attacherons à analyser les tendances actuelles en matière de mobilité scientifique et les répercussions de ces tendances sur la capacité d'un pays à innover.

## TENDANCES EN MATIÈRE D'INNOVATION

### Le comportement innovant varie en fonction du niveau de revenu

On connaît depuis longtemps le rôle joué par l'innovation dans le processus de développement économique. Certains diraient même que ce lien a été évoqué pour la première fois il y a plus de 200 ans dans les travaux de l'économiste anglais Adam Smith (1776) ou dans ceux de l'essayiste allemand Karl Marx (1867), bien avant que ce terme soit formellement inventé par l'économiste autrichien Joseph Schumpeter (1942).

Au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les pays ont commencé à inclure progressivement l'innovation dans leurs programmes politiques, ce qui s'est traduit par la nécessité de fournir des données empiriques aux responsables politiques. Ces 20 dernières années, de nombreux efforts ont été menés pour uniformiser la définition internationale de l'innovation et élaborer des indicateurs. Ces travaux ont abouti à la première version du *Manuel d'Oslo* en 1992, qui a par la suite été mis à jour par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et Eurostat, l'Office statistique de l'Union européenne, en 1997 et 2005. Il reste malgré tout difficile de mesurer l'innovation<sup>1</sup> et la diversité des procédures méthodologiques adoptées par les pays (même lorsque les directives du *Manuel d'Oslo* sont respectées) empêche l'émergence d'indicateurs parfaitement harmonisés.

Selon l'enquête de 2013 auprès des entreprises, la forme d'innovation la plus courante est l'innovation de produit dans 11 pays à revenu élevé et l'innovation de procédé dans 12 pays à revenu élevé (figure 2.2). En Allemagne, près de la moitié des entreprises pratiquent l'innovation de produit et presque autant pratiquent l'innovation de commercialisation (48 %) et l'innovation organisationnelle (46 %), ce qui est comparable à la situation du Canada.

Le profil d'innovation varie considérablement parmi les pays à revenu faible et intermédiaire ayant répondu à l'enquête. Au Costa Rica, par exemple, 68 % des entreprises manufacturières pratiquent l'innovation de produit. À Cuba, en revanche, la part des entreprises pratiquant l'innovation organisationnelle

est importante (65 %), tandis que les entreprises pratiquant l'innovation de commercialisation prédominent en Indonésie (55 %) et en Malaisie (50 %). Dans le groupe des pays à revenu faible et intermédiaire étudiés dans le cadre de l'enquête, l'innovation de procédé est le type d'innovation le moins mis en œuvre. Ce constat est quelque peu préoccupant, dans la mesure où l'innovation de procédé soutient la mise en œuvre d'autres types d'innovation.

Dans l'ensemble, l'innovation de commercialisation est le type d'innovation le moins mis en œuvre dans les 65 pays étudiés dans le cadre de l'enquête. En outre, la part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes varie de 10 à 50 %, quel que soit le type d'innovation mis en œuvre, et seuls quelques pays à revenu élevé pratiquent à égalité les quatre types d'innovation.

### L'Allemagne présente le taux d'innovation le plus élevé parmi les pays à revenu élevé

À partir de maintenant, la discussion sera exclusivement axée sur l'innovation de produit et l'innovation de procédé. Dans l'ensemble, le taux d'innovation observé dans les pays à revenu élevé (en d'autres termes, la part des entreprises pratiquant activement l'innovation) correspond à la part des entreprises innovantes. Cela signifie que le taux d'innovation correspond essentiellement à des entreprises ayant mis en œuvre au moins une innovation de produit ou de procédé au cours de la période de référence concernée par l'enquête nationale, qui est généralement de trois ans.

L'Allemagne présente le taux d'innovation le plus élevé parmi les pays à revenu élevé. Le fait que de nombreuses entreprises aient totalement abandonné l'innovation ou se limitent aux activités en cours ne nuit pas aux performances du pays en la matière : une fois ces entreprises écartées, l'Allemagne présente toujours l'une des parts les plus importantes d'entreprises innovantes (59 %).

On observe une tendance similaire dans le groupe des pays à revenu faible et intermédiaire étudiés dans le cadre de l'enquête, à quelques exceptions près. Au Panama, par exemple, quelque 26 % des entreprises ayant répondu à l'enquête ont déclaré avoir uniquement des activités d'innovation avortées ou en cours. Cela signifie que, malgré un taux d'innovation de 73 %, la part des entreprises pratiquant réellement l'innovation dans ce pays est de seulement 47 %.

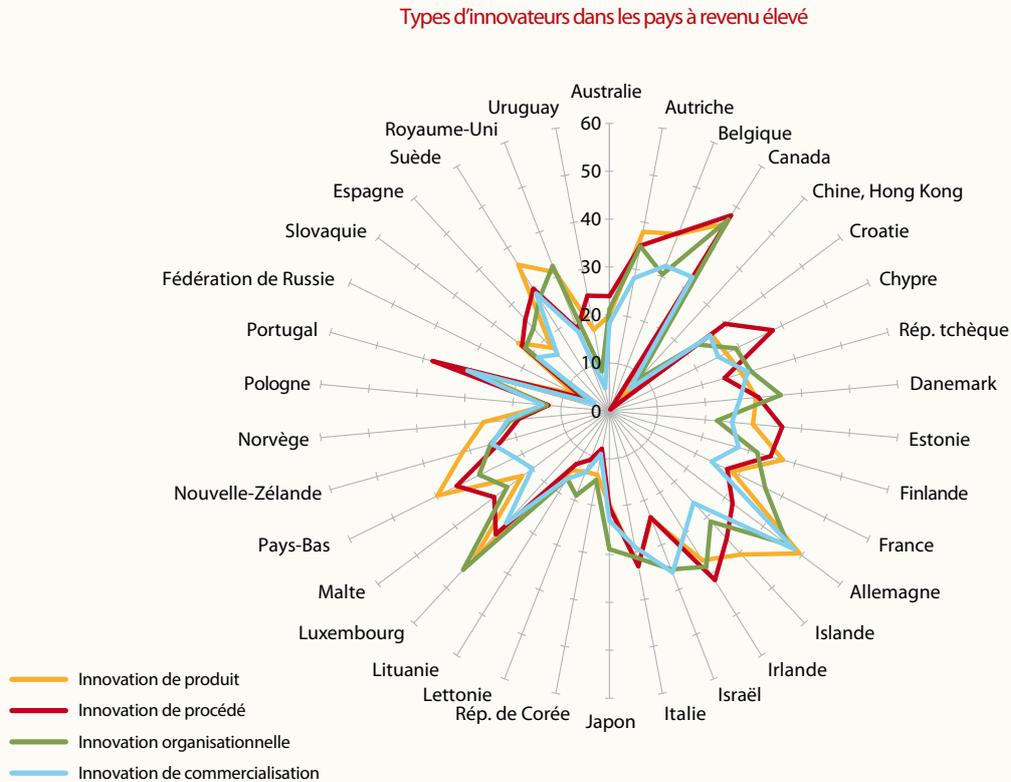
Dans les pays du groupe BRICS, les entreprises pratiquant l'innovation de produit prédominent en Afrique du Sud et dans la Fédération de Russie, tandis que l'innovation de produit et l'innovation de procédé arrivent au coude-à-coude en Chine et en Inde (figure 2.3). Au Brésil, les entreprises pratiquant l'innovation de procédé sont beaucoup plus nombreuses que celles pratiquant l'innovation de produit. En Inde, près de la moitié du taux d'innovation correspond à des entreprises ayant des activités d'innovation avortées ou en cours.

1. Voir le glossaire p. 740 pour connaître la définition des termes liés à l'innovation utilisés dans le présent chapitre. Pour plus d'informations sur la méthodologie et le calendrier suivis par les pays ayant répondu à l'enquête, voir ISU (2015).

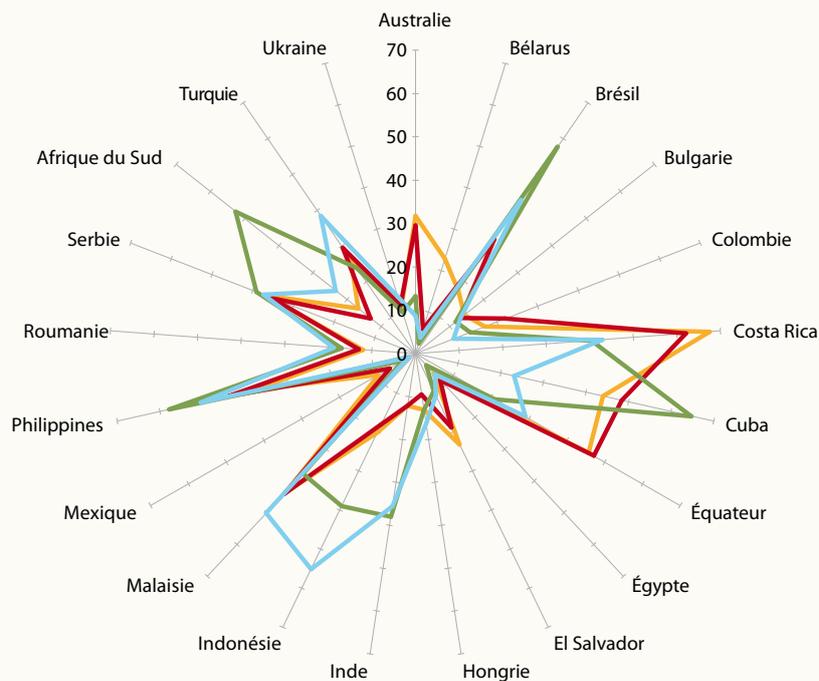
# Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

Figure 2.2 : **Types d'innovations dans le monde**

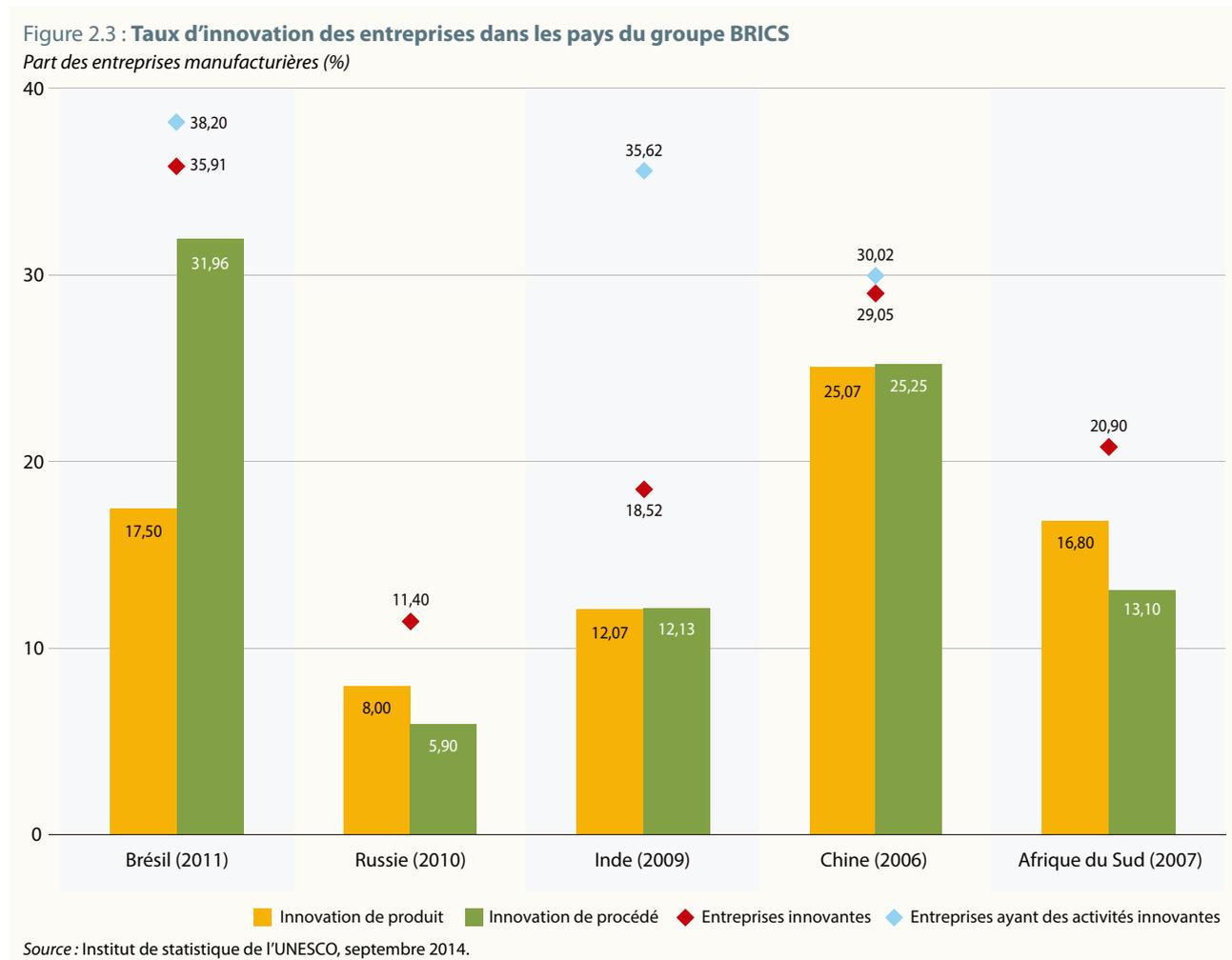
Part des entreprises manufacturières (%)



**Types d'innovateurs dans les pays à revenu faible et intermédiaire**



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.



## Les entreprises préfèrent toujours investir dans le savoir au niveau national

Comment les entreprises transfèrent-elles leurs ressources consacrées à la science, à la technologie et à l'innovation (STI) au-delà des frontières nationales ? Même s'il est difficile de quantifier ce phénomène, quelques tendances se dégagent de la base de données fDi Markets<sup>2</sup>, une base de données sur les IDE liés au savoir. Nous allons examiner quatre catégories de projets issues de cette base de données : les projets de R&D, noyau dur de l'investissement du secteur privé dans le savoir ; la conception, le développement et la mise à l'essai, catégorie la plus vaste, qui comprend des recherches moins originales que la première ; l'éducation et la formation ; l'infrastructure de TIC et Internet. Les travaux consacrés aux tendances en matière d'investissement des entreprises montrent avant tout que la R&D et l'investissement lié au savoir sont généralement moins mondialisés que les autres formes d'investissement. Même si les entreprises multinationales basent souvent à l'étranger leurs activités de production ou de service comme la vente ou le service clientèle, elles hésitent à faire de même pour l'investissement dans le savoir. Les choses évoluent, mais les entreprises ont toujours

tendance à maintenir l'investissement dans le savoir au niveau national. À titre d'exemple, une enquête sur les pays de l'Union européenne (UE) ayant le plus investi dans la R&D en 2014 montre que deux entreprises sur trois considèrent leur pays d'origine comme le plus attractif en termes de R&D (encadré 2.1).

On peut distinguer deux motivations principales à la réaffectation internationale de la R&D. La première est l'exploitation à base nationale (home-base exploiting) ; en d'autres termes, l'adaptation des connaissances existantes à de nouveaux marchés dans les marchés cibles eux-mêmes, afin de bénéficier d'informations locales et des compétences des travailleurs locaux. Cela entraîne une réaffectation de la R&D dans les pays où l'entreprise multinationale fabrique et vend également ses produits.

La seconde motivation est l'augmentation à base nationale (home-base augmenting) ; cette approche vise des connaissances spécifiques disponibles à l'étranger. Elle part du principe que les connaissances sont propres à un lieu donné et ne peuvent pas facilement être transférées sur de longues distances géographiques, par exemple du fait de l'existence d'une université ou d'un laboratoire public de recherche disposant d'une expertise très pointue ou d'un marché du travail commun offrant les compétences nécessaires à la mise en œuvre du projet de R&D envisagé par l'entreprise.

2. La base de données fDi Markets contient des informations sur les projets d'investissement individuels, l'entreprise qui réalise ces investissements, leur pays d'origine et leur destination, ainsi que la date et le montant des investissements (en milliers de dollars É.-U.).

## Encadré 2.1 : Les entreprises européennes jugent l'attractivité des pays pour la relocalisation de leurs activités de R&D

Une enquête commandée par la Commission européenne en 2014 sur les pays de l'UE ayant le plus investi dans la R&D révèle que deux entreprises sur trois considèrent leur pays d'origine comme le plus attractif en termes de R&D.

Les entreprises considèrent par ailleurs les États-Unis, l'Allemagne, la Chine et l'Inde comme les pays les plus attractifs en termes de ressources humaines, de partage des connaissances et de proximité avec leurs autres sites, les pôles technologiques, les incubateurs et les fournisseurs.

Au sein de l'UE, la qualité du personnel de R&D et les opportunités de partage des connaissances avec les universités et les organismes publics sont

considérées comme les critères les plus importants. Les autres facteurs importants sont la proximité avec les autres sites de l'entreprise (pour la Belgique, le Danemark, l'Allemagne, la France, l'Italie, la Finlande et la Suède) et le nombre de membres du personnel de R&D (pour l'Italie, l'Autriche, la Pologne et le Royaume-Uni).

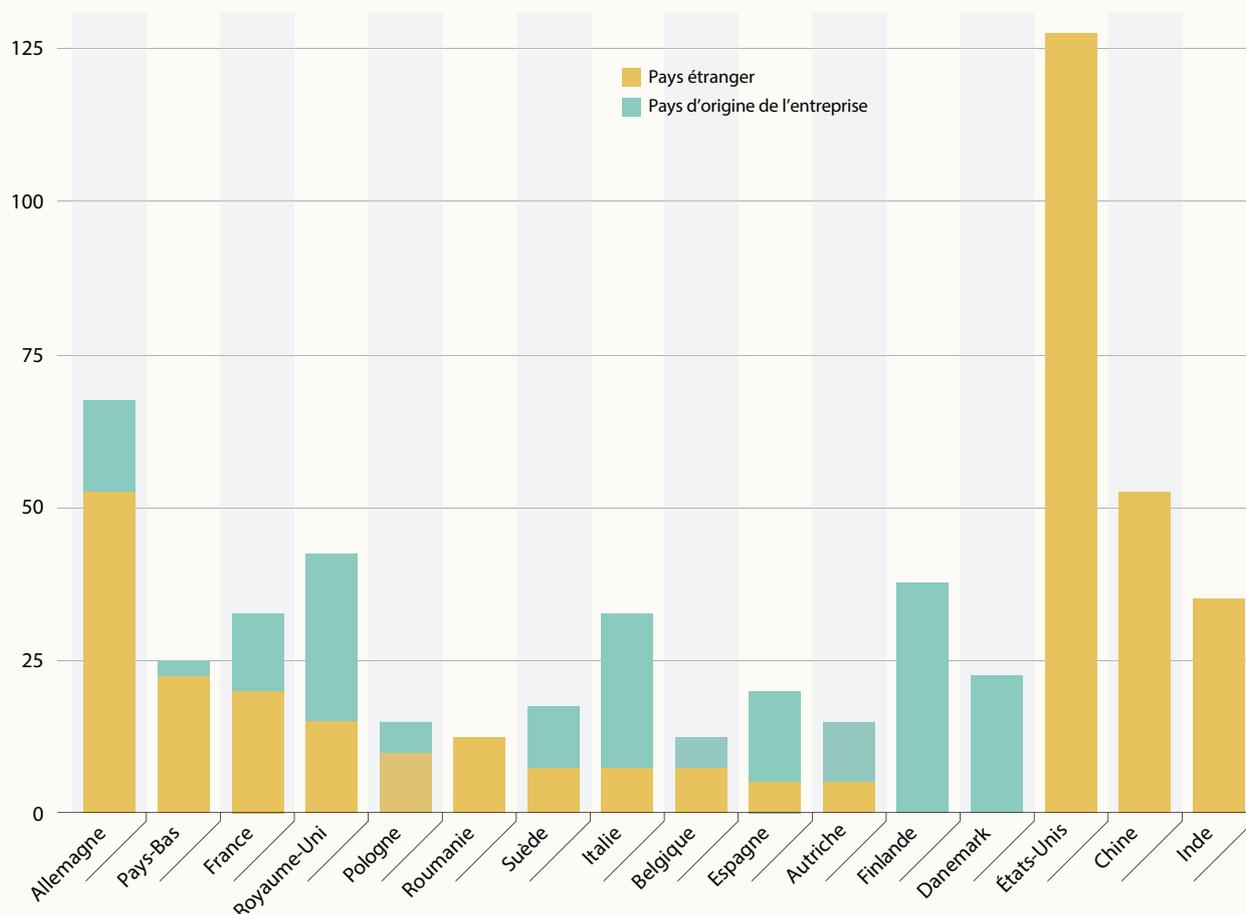
Les entreprises considèrent les États-Unis comme le pays le plus attractif pour la R&D en termes de taille du marché et de taux de croissance, tandis que les pays de l'UE se démarquent par la qualité de leur personnel de R&D sur le marché du travail et le niveau de soutien public à la R&D prenant la forme de subventions, de financements directs et d'avantages fiscaux.

Lorsqu'elles envisagent la possibilité de créer des unités de R&D en Chine et en

Inde, les entreprises européennes ont tendance à s'intéresser en priorité à la taille du marché et au taux de croissance économique, ainsi qu'au nombre de membres et au coût salarial du personnel de R&D. La Chine et l'Inde ne sont pas considérées comme des pays attractifs en termes de droits de propriété intellectuelle (en particulier en ce qui concerne leur application) ou de soutien public à la R&D par le biais de subventions et de financements directs, de partenariats public-privé et de financement de l'investissement non lié à la R&D.

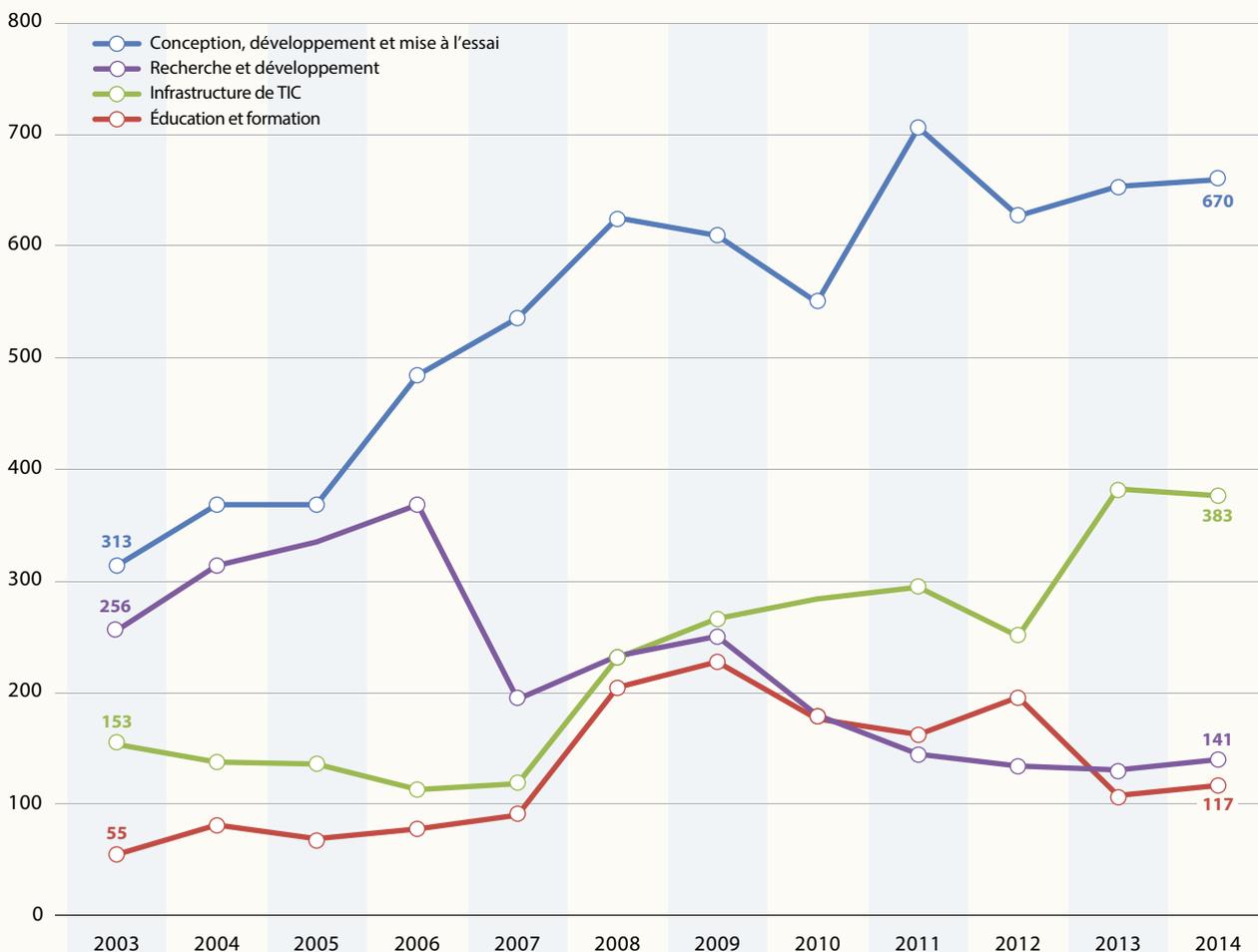
Source (texte et figure 2.4) : Résumé de Centre commun de recherche - Institut de prospective technologique, 2014, *The 2014 EU Survey on Industrial R&D Investment Trends*. Voir <http://iri.jrc.ec.europa.eu/survey14.html>.

Figure 2.4 : Pays les plus attractifs en termes de R&D des entreprises selon les entreprises de l'UE, 2014



Remarque : Enquête basée sur un indice d'attractivité élaboré à partir de 161 réponses fournies par 186 entreprises.

Figure 2.5 : Évolution du nombre de projets dans la base de données fDi Markets, 2003-2014



Source : Base de données fDi Markets, mai 2015.

La R&D en augmentation à base nationale est généralement considérée comme plus « radicale », en ce sens qu'elle a des répercussions plus importantes sur les capacités technologiques du pays destinataire et de la région dans laquelle le projet d'investissement trouve son origine. Il est impossible d'établir une distinction directe entre ces deux motivations, mais il semble vraisemblable que la catégorie conception, développement et mise à l'essai comprenne généralement plus de projets d'exploitation à base nationale que la catégorie R&D.

### Le nombre de projets d'IDE liés à la R&D diminue

La figure 2.5 offre un aperçu de l'évolution du nombre de projets dans chaque catégorie. Notons que les données pour 2014 sont incomplètes. Nous préférons ce comptage simple à l'étude des tendances en matière de dollars investis, car le montant d'investissement moyen par projet reste relativement stable au fil du temps, mais varie grandement entre l'infrastructure de TIC et les trois autres catégories. Il existe des différences marquées entre ces quatre catégories : le nombre de projets de R&D chute nettement au fil du temps, tandis que les catégories conception et infrastructure de TIC progressent et que l'éducation fluctue légèrement.

La crise financière se fait ressentir dans les indicateurs économiques agrégés à partir de 2008. La crise ne semble pas avoir eu une influence majeure sur les projets d'investissement enregistrés dans la base de données fDi Markets. Les cinq premiers secteurs (sur 39) concernés par les projets d'IDE sont les logiciels et les services informatiques, la communication, les services aux entreprises, les produits pharmaceutiques et les semi-conducteurs (tableau 2.1). Ces cinq secteurs représentent 65 % de l'ensemble des projets d'IDE liés au savoir. La catégorie R&D est dominée par trois secteurs connexes : les produits pharmaceutiques, les biotechnologies et les produits chimiques (57 % des projets). Trois secteurs figurent quant à eux parmi les cinq premiers secteurs de la catégorie conception, développement et mise à l'essai : les semi-conducteurs, les machines industrielles et les produits chimiques. Dans la catégorie éducation, les services aux entreprises, les machines industrielles et les fabricants d'équipements d'origine (FEO) pour le secteur automobile figurent en tête du classement.

### Une tendance croissante à la convergence

La R&D privée est fortement concentrée dans les régions développées du globe, où près de 90 % des projets d'IDE liés

Tableau 2.1 : Répartition sectorielle des projets d'investissement direct étranger (IDE) liés au savoir, 2003-2014

Secteur	Rang général	Part du total des projets (%)	Rang en matière de R&D	Part du total des projets (%)	Rang en matière de conception, de développement et de mise à l'essai	Part du total des projets (%)	Rang en matière d'éducation	Part du total des projets (%)	Rang en matière d'infrastructure de TIC	Part du total des projets (%)
Logiciels et services informatiques	1	26	2	15	1	37	2	11	2	21
Communication	2	23	4	8	2	10	4	6	1	76
Services aux entreprises	3	7	33		7	-	1	37	3	1
Produits pharmaceutiques	4	5	1	19	11	-	24	-	10	-
Semi-conducteurs	5	4	6		3	7	14	-	10	-
Produits chimiques	-	-	3	8	5	5	-	-	-	-
Biotechnologies	-	-	5	8	-	-	-	-	-	-
Machines industrielles	-	-	-	-	4	5	3	7	-	-
Automobile	-	-	-	-	-	-	5	6	-	-
Services financiers	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1
Transports	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0
Cinq premiers (%)	-	65	-	57	-	65	-	67	-	99

Source : Base de données fDi Markets, mai 2015.

à la R&D trouvent leur origine, même si l'expansion du secteur privé chinois fait de ce pays une puissance émergente (figure 2.6). L'Europe occidentale, l'Amérique du Nord, le Japon et les Tigres asiatiques ne sont cependant destinataires que d'environ 55 % des projets d'IDE. On peut donc considérer que les flux d'IDE contribuent à une répartition plus équitable de la R&D dans le monde. Les régions du monde qui représentent une faible part de la R&D mondiale des entreprises attirent une part relativement importante de projets d'IDE liés à la R&D provenant de régions où se concentrent la majeure partie de la R&D du secteur privé (figure 2.6).

Cette tendance à la « convergence » vient en grande partie de Chine et d'Inde, qui attirent à elles seules près de 29 % des projets d'IDE liés à la R&D. La Chine est la principale destination, avec un nombre de projets qui dépasse seulement d'un tiers celui de l'Inde. En revanche, seuls 4,4 % des projets trouvent leur origine dans ces deux pays. L'Afrique se démarque par le très faible nombre de projets qu'elle attire (moins de 1 % du total mondial). Comme le montre la première carte<sup>3</sup> de la figure 2.6, la destination et l'origine des projets sont très concentrées, même au sein des pays. La Chine, l'Inde et, dans une moindre mesure, le Brésil attirent de nombreux projets de R&D mais, dans ces grands pays, la majorité des projets se concentrent dans un petit nombre de villes. En Chine, ces villes (y compris Hong Kong et Pékin) sont principalement situées dans les régions côtières. En Inde, la majorité des projets se concentrent à Bangalore, Bombay et Hyderabad. Au Brésil, les deux premières villes sont São Paulo et Rio de Janeiro. L'Afrique est un territoire presque vierge, à l'exception de la région de Johannesburg-Pretoria.

3. Afin que les cartes de la figure 2.6 restent lisibles, les projets ne sont pas mentionnés lorsque l'origine et la destination sont des régions à revenu élevé, à savoir l'Amérique du Nord, l'Europe occidentale, le Japon, les Tigres asiatiques et l'Océanie. Certains projets ne comportent aucune information sur les villes.

Les projets de conception, développement et mise à l'essai offrent un tableau similaire à celui des projets liés à la R&D. La Chine et l'Inde attirent une part légèrement plus importante des projets d'IDE dans cette catégorie, tout comme les autres régions. L'Afrique dépasse le seuil de 1 % pour cette catégorie. Il semblerait que ce type de projets soit plus sujet à la mondialisation que ceux de la catégorie R&D pure, peut-être du fait que les connaissances requises pour la conception, le développement et la mise à l'essai sont légèrement plus faciles à transférer (comme le montre le plus grand nombre de projets d'IDE dans cette catégorie), ces connaissances étant assimilées à l'exploitation à base nationale plus qu'à l'augmentation à base nationale. La carte correspondante montre les mêmes pôles d'attraction en Chine, en Inde, au Brésil et en Afrique du Sud que la première carte consacrée aux projets de R&D, mais également des pôles supplémentaires, en particulier au Mexique (Guadalajara et Mexico), en Argentine (Buenos Aires) et en Afrique du Sud (Le Cap).

Dans la catégorie éducation et formation, le Moyen-Orient et l'Afrique attirent une part relativement importante des projets. En ce qui concerne l'infrastructure de TIC, l'Amérique latine, l'Europe de l'Est et l'Afrique figurent cependant du côté des destinataires. Les cartes consacrées à ces deux catégories mettent en évidence les mêmes pôles d'attraction que la carte consacrée aux projets d'IDE liés à la R&D.

Pour conclure sur ce sujet, nous pouvons dire que les projets d'IDE liés au savoir sont de mieux en mieux répartis dans le monde. Il s'agit d'une tendance lente, mais nette. Cependant, même sur la base des vastes secteurs géographiques auxquels nous faisons référence, il existe des différences marquées entre les différentes régions du monde. Certaines, comme la Chine et l'Inde, parviennent à attirer la R&D étrangère ; d'autres, comme l'Afrique,

Figure 2.6 : Tendances en matière de projets d'IDE liés au savoir, 2003-2014

Presque aucun projet lié à la R&D n'est destiné à l'Afrique ; la plupart vont vers la Chine et l'Inde

Part du total des projets (%)

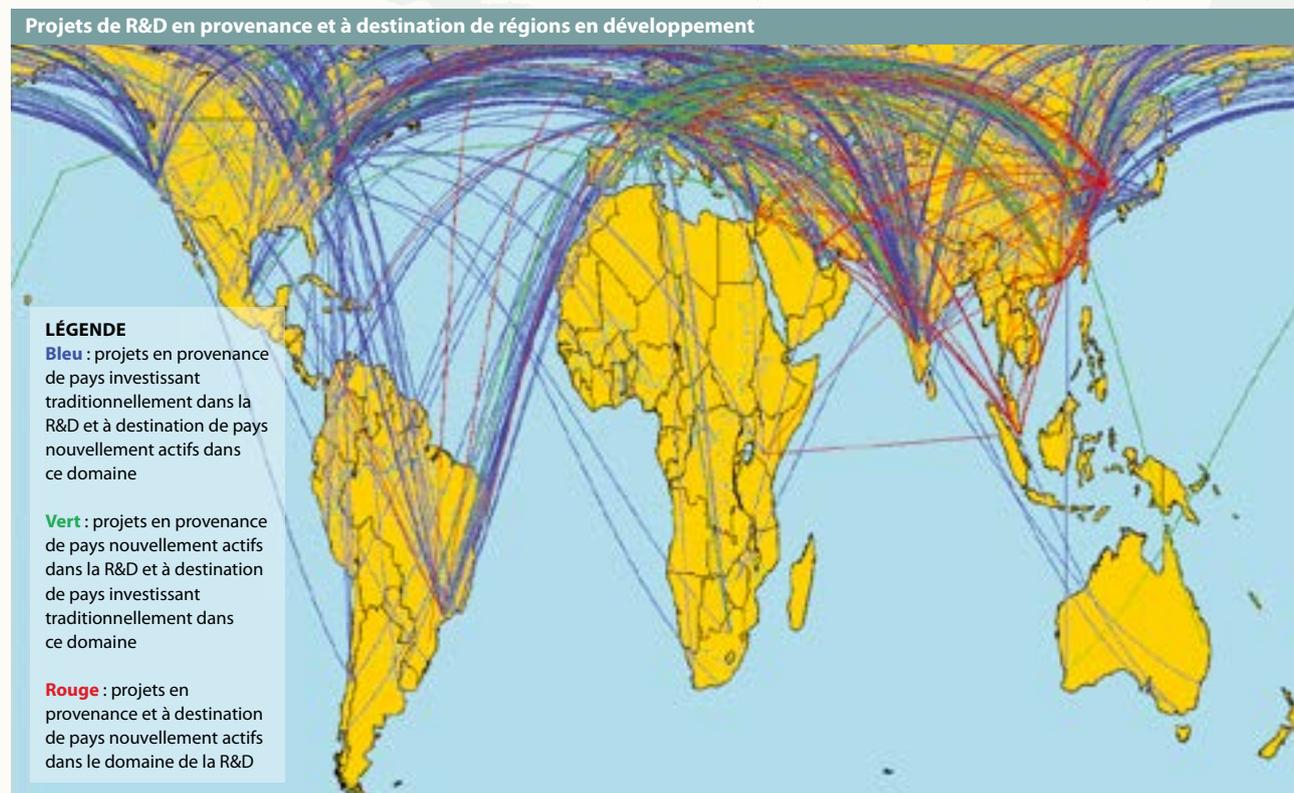
		Destinataires des projets d'IDE liés à la R&D										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
Origine des projets d'IDE liés à la R&D	Europe occidentale	10,6	8,3	4,3	6,0	1,8	2,4	1,1	0,8	0,5	0,5	36,2
	Chine et Inde	1,7	0,3	0,7	0,9	0,1	0,1	0,4		0,1	0,1	4,4
	Japon et Tigres asiatiques	2,0	4,6	2,5	2,0	0,1	0,2	0,1	0,3	0,0	0,2	12,1
	Amérique du Nord	13,1	14,8	6,5	1,9	2,2	1,6	1,9	0,9	0,3	0,8	44,1
	Amérique latine	0,1		0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,2
	Europe de l'Est	0,2	0,0	0,0			0,0		0,1			0,4
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,3	0,3	0,0	0,3	-	0,1	-	0,0	-	-	1,1
	Anciens États soviétiques	0,2	0,0	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	0,3
	Afrique	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Océanie	0,2	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	0,7
	Total	28,4	28,7	14,3	11,3	4,3	4,5	3,5	2,2	0,8	1,6	

4,3 %

Part des projets liés à la R&D destinés à l'Amérique latine

28,7 %

Part des projets liés à la R&D destinés à la Chine et l'Inde



Source : UNU-Merit.

## La Chine et l'Inde sont les principaux bénéficiaires des projets de conception, développement et mise à l'essai

Part du total des projets (%)

		Destinataires des projets de conception, développement et mise à l'essai										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
Origine des projets de conception, développement et mise à l'essai	Europe occidentale	8,4	8,6	3,6	5,8	2,1	3,9	1,3	0,7	0,6	0,5	35,5
	Chine et Inde	1,6	0,5	0,8	1,2	0,6	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	5,4
	Japon et Tigres asiatiques	2,2	3,4	2,0	1,9	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	10,3
	Amérique du Nord	11,0	17,4	5,4	2,0	2,8	2,5	1,5	1,0	0,3	0,9	44,9
	Amérique latine	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0		0,0	-	0,6
	Europe de l'Est	0,1	0,0	-	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1		-	0,5
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,2	0,5	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	-	-	1,2
	Anciens États soviétiques	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-	0,1	-	-	0,4
	Afrique	0,1	0,1	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,2
	Océanie	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
	Total	23,8	30,6	12,1	11,3	6,1	7,2	3,4	2,1	1,1	1,8	

1,1 %

Part des projets de conception, développement et mise à l'essai destinés à l'Afrique

30,6 %

Part des projets de conception, développement et mise à l'essai destinés à la Chine et l'Inde



Source : UNU-Merit.

Figure 2.6 (suite)

### L'Europe occidentale, la Chine et l'Inde attirent 4 projets sur 10 liés à l'éducation

Part du total des projets (%)

		Destinataires des projets d'IDE liés à l'éducation										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
Origine des projets d'IDE liés à l'éducation	Europe occidentale	8,6	7,6	5,2	4,3	2,2	2,4	4,0	1,8	2,2	0,9	39,2
	Chine et Inde	0,7	0,9	0,8	0,5	0,9	0,2	2,0	0,1	1,1	0,1	7,1
	Japon et Tigres asiatiques	2,3	3,0	2,0	1,5	0,6	0,7	0,7	0,2	0,5	0,3	11,8
	Amérique du Nord	7,8	9,0	4,7	0,9	2,2	1,7	4,7	1,1	1,4	0,9	34,3
	Amérique latine	0,1	0,7	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	-	1,1
	Europe de l'Est	0,2	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	0,3
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	-	1,2	-	0,1	-	2,7
	Anciens États soviétiques	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	0,3
	Afrique	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,5	-	0,5
	Océanie	0,1	0,4	0,3	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	1,1
	Total	20,4	22,1	13,3	7,5	5,9	4,9	12,8	3,4	5,9	2,2	

5,9 %

L'Afrique et l'Amérique latine attirent la même part de projets liés à l'éducation

22,1 %

Part des projets liés à l'éducation destinés à la Chine et l'Inde



Source : UNU-Merit.

## L'Afrique attire plus de projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC qu'aux autres catégories

Part du total des projets (%)

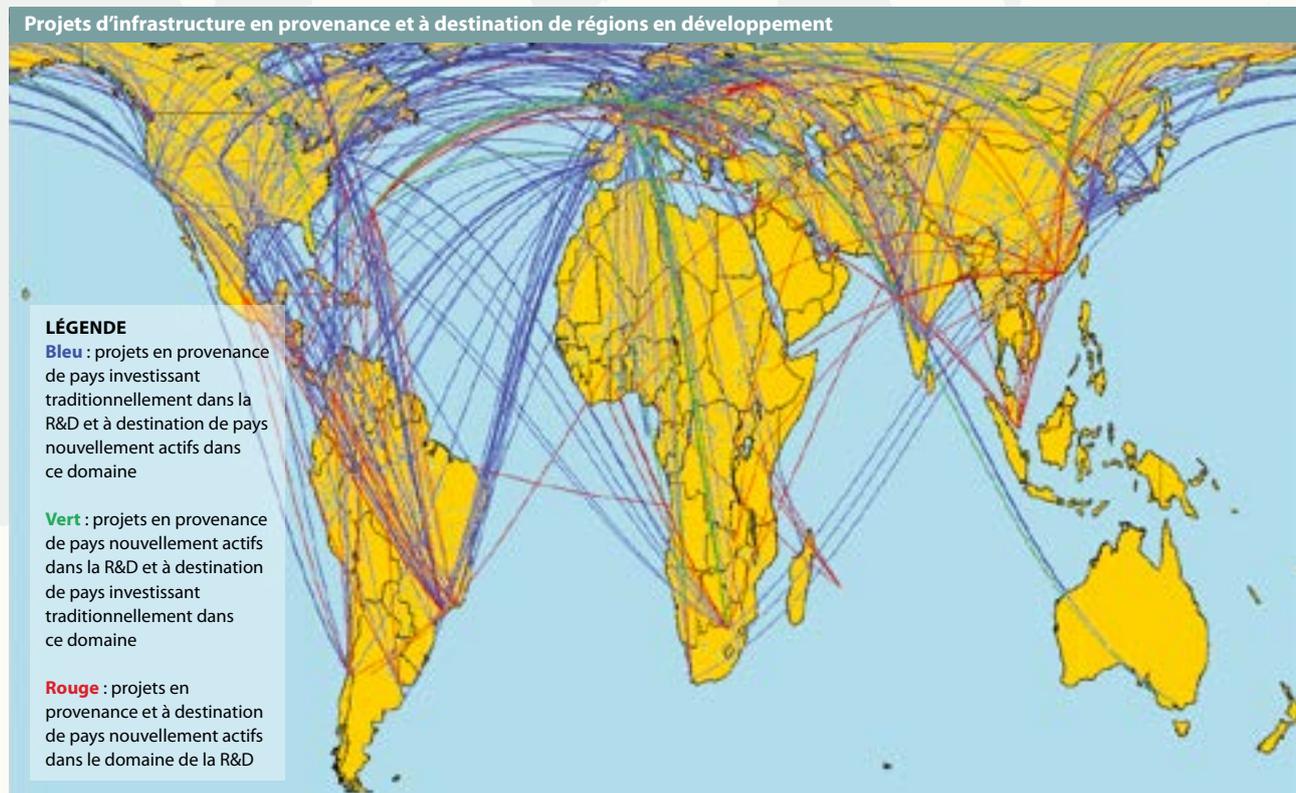
		Destinataires des projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC										
		Europe occidentale	Chine et Inde	Japon et Tigres asiatiques	Amérique du Nord	Amérique latine	Europe de l'Est	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Anciens États soviétiques	Afrique	Océanie	Total
Origine des projets de conception, développement et mise à l'essai	Europe occidentale	11,2	1,3	2,7	3,2	5,8	5,5	0,9	3,0	2,0	1,1	36,6
	Chine et Inde	0,4	0,0	0,6	0,5	0,2	-	0,1	0,2	1,1	0,1	3,3
	Japon et Tigres asiatiques	1,3	1,7	2,0	1,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,8	8,1
	Amérique du Nord	13,0	3,5	7,0	2,4	4,4	1,4	0,6	0,5	0,7	2,4	35,8
	Amérique latine	0,6	-	-	0,1	3,4	0,2	-	-	-	-	4,2
	Europe de l'Est	0,4	0,0	0,2	0,0	-	0,6	0,0	0,3	-	-	1,5
	Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1,1	0,0	0,7	-	2,7
	Anciens États soviétiques	0,1	-	0,2	-	0,0	0,0	-	1,2	-	-	1,6
	Afrique	0,3	-	-	-	0,0	0,0	0,1	-	2,4	-	2,8
	Océanie	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	-	-	-	-	0,1	0,8
	Total	27,8	6,7	13,0	7,5	14,3	7,9	3,2	5,3	7,2	4,5	

# 7,2 %

Part des projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC destinés à l'Afrique

# 14,3 %

Part des projets d'IDE liés à l'infrastructure de TIC destinés à l'Amérique latine



Source : UNU-Merit.

# RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

n'ont pas cette capacité. Même si l'on observe une convergence, celle-ci n'est donc pas complète sur le plan géographique.

## Les entreprises préfèrent la R&D interne à l'externalisation

Pendant des années, les mesures de R&D ont été utilisées comme indicateurs de l'innovation, en partant du principe que la R&D entraînait automatiquement la commercialisation de produits et procédés innovants. On reconnaît aujourd'hui que le processus d'innovation englobe d'autres activités que la R&D. Le lien entre ces deux phénomènes reste néanmoins d'un grand intérêt.

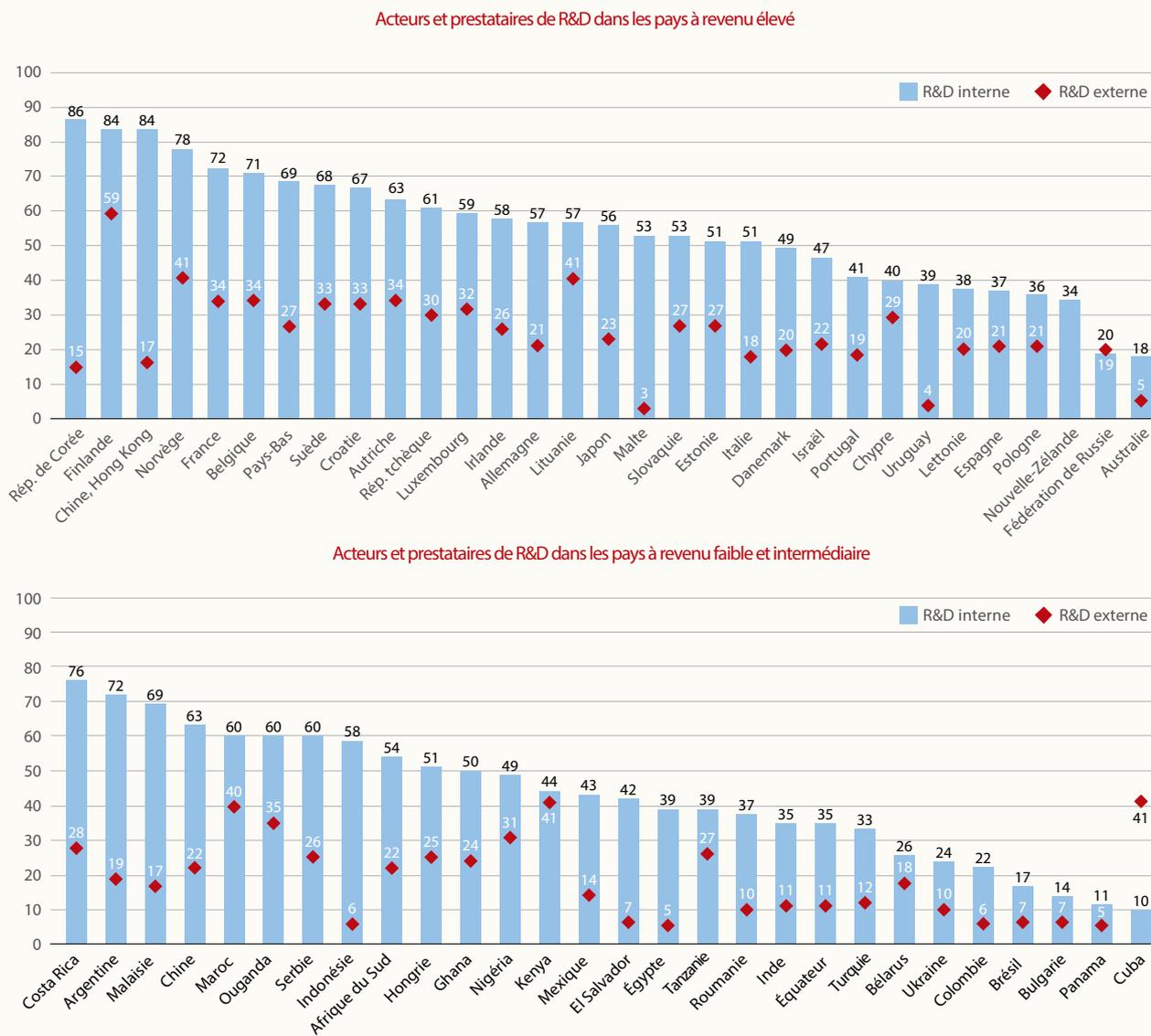
Le questionnaire harmonisé relatif à l'enquête communautaire sur l'innovation de l'UE, qui est suivie par de nombreux pays dans le monde, porte sur la R&D interne et la R&D réalisée en externe, mais également sur d'autres activités liées à l'innovation, telles que l'acquisition de machines, d'équipements, de logiciels et de connaissances externes.

D'une manière générale, les entreprises préfèrent la R&D interne à l'externalisation, à l'exception notable de Cuba (figure 2.7). En République de Corée, il existe même un écart important entre la part d'entreprises réalisant la R&D en interne (86 %) et en externe (15 %). On observe le même phénomène à Hong Kong (Chine), où la R&D interne et l'externalisation représentent respectivement 84 % et 17 %. En Chine continentale, près des deux tiers des entreprises réalisent la R&D en interne (encadré 2.2).

Dans l'ensemble, alors que plus de la moitié des entreprises réalisent la R&D en interne dans 65 % des pays à revenu élevé, ce n'est le cas que dans 40 % des pays à revenu faible et intermédiaire. Il est intéressant d'observer que toutes les entreprises pratiquant l'innovation ne font pas de la R&D, indépendamment du niveau de revenu du pays. Cela prouve que la notion d'innovation est plus large que la R&D et que les entreprises peuvent pratiquer l'innovation sans être réellement actrices de la R&D.

Figure 2.7 : Entreprises réalisant la R&D en interne ou en externe dans les pays étudiés dans le cadre de l'enquête

Part des entreprises ayant des activités innovantes (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

## Encadré 2.2 : L'innovation dans les pays du groupe BRICS

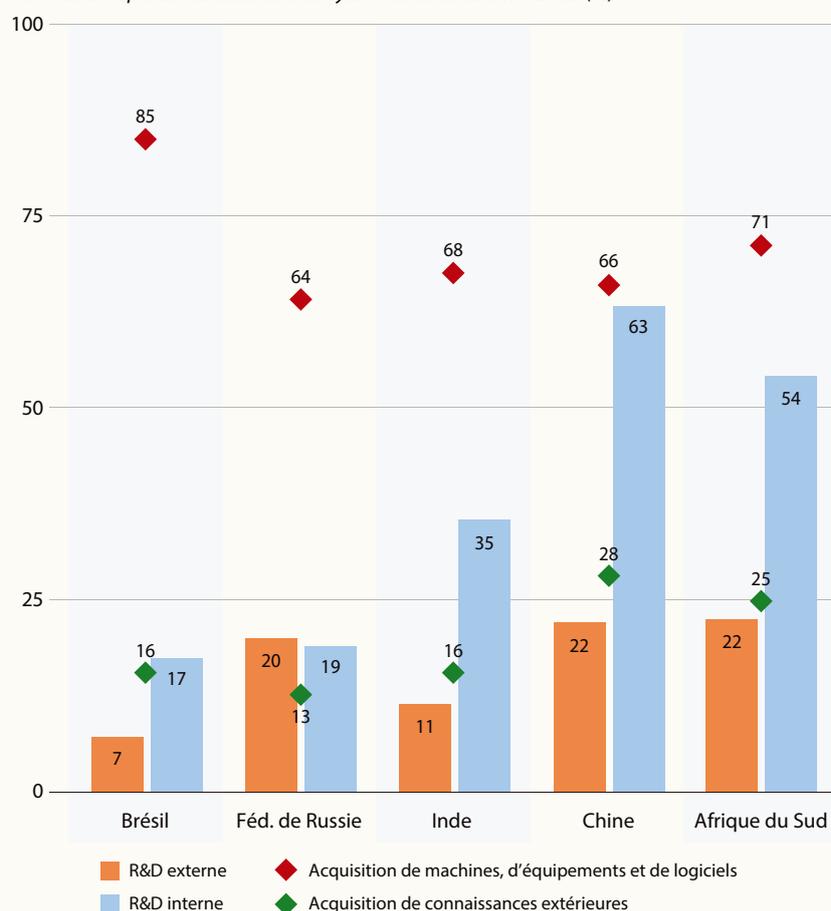
La grande majorité des entreprises basées dans des économies à revenu faible et intermédiaire font l'acquisition de machines, d'équipements et de logiciels pour s'assurer l'avantage technologique qui leur permettra d'innover. Les pays du groupe BRICS ne font pas exception à cette règle.

Parmi ces pays, la Chine est celui qui présente la proportion la plus importante d'entreprises faisant l'acquisition de connaissances extérieures. En Chine, environ 30 % des entreprises pratiquant l'innovation achètent des savoir-faire existants et protègent par des licences des inventions brevetées et non brevetées ou d'autres types de connaissances extérieures.

La Chine présente également la proportion la plus importante d'entreprises pratiquant la R&D interne (63 %). Ce chiffre est légèrement inférieur à la proportion d'entreprises achetant des machines, des équipements et des logiciels. L'écart entre ces deux activités est bien plus grand en Inde, dans la Fédération de Russie, et surtout au Brésil.

En Fédération de Russie, la part des entreprises qui externalisent la R&D est légèrement supérieure à la part de celles qui la réalisent en interne. Le Brésil a le plus faible taux d'externalisation des cinq pays du groupe BRICS, avec seulement 7 % des entreprises.

Figure 2.8 : Types d'innovation menés par les entreprises dans les pays du groupe BRICS  
Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

### Manque d'interaction avec les universités

Le processus d'innovation étant interactif, les entreprises ont tendance à s'appuyer sur d'autres sources de connaissances en matière d'information et de coopération. La majorité des entreprises, quel que soit le niveau de revenu du pays dans lequel elles sont implantées, jugent que les sources d'information internes sont très importantes. Il s'agit même de la source d'information prédominante dans tous les pays à revenu élevé sauf un (tableau 2.2). Ce n'est que dans la Fédération de Russie qu'une autre source d'information est jugée très importante : les clients.

Dans les autres pays du groupe BRICS, les clients et les sources internes prévalent. Respectivement 60 % et 59 % des entreprises en Chine et en Inde estiment que leurs clients sont des sources d'information très importantes. Notons également que les entreprises au Brésil et en Inde accordent tout autant d'importance à leurs fournisseurs.

Même si la majorité des entreprises basées dans des pays à revenu faible et intermédiaire estiment également que les sources d'information internes sont très importantes, les clients

arrivent en tête dans un plus grand nombre de pays de cette catégorie. De plus, 53 % des entreprises pratiquant l'innovation en Argentine jugent que les fournisseurs sont très importants, ce qui en fait la source d'information la plus importante du pays.

Cuba est le seul pays dans lequel près d'un quart des entreprises estiment que les pouvoirs publics ou les instituts de recherche publics sont des sources d'information très importantes. Dans l'ensemble, la plupart des entreprises ne considèrent pas les sources institutionnelles (y compris les établissements d'enseignement supérieur) comme des sources d'information très importantes.

Il en va de même pour les partenariats. Très peu d'entreprises interagissent avec les institutions publiques telles que les universités ou les instituts de recherche publics (tableau 2.3). La faible proportion d'entreprises coopérant avec les universités est problématique, dans la mesure où ces dernières contribuent au développement et à la diffusion des connaissances et des technologies, et fournissent des diplômés aux entreprises (figure 2.9).

# RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Tableau 2.2 : Sources d'information les plus importantes pour les entreprises

Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)

	SOURCE D'INFORMATION									
	Interne	Liée au marché				Institutionnelle		Autre		
		Au sein de l'entreprise ou du groupe	Fournisseurs d'équipements, de matériaux, de composants ou de logiciels	Clients	Concurrents ou autres entreprises du secteur	Consultants, laboratoires commerciaux ou instituts de R&D privés	Universités ou autres établissements d'enseignement supérieur	Pouvoirs publics ou instituts de recherche publics	Conférences, salons ou foires	Revue scientifique ou publications spécialisées/ techniques
<b>Pays à revenu élevé</b>										
Australie	72,9	28,6	42,1	21,0	13,7	1,2	2,9	10,0	23,0	16,3
Belgique	55,1	26,7	28,7	8,4	4,7	5,2	1,6	11,7	6,7	3,1
Chypre	92,8	71,9	63,4	48,1	41,3	6,0	5,5	63,0	31,5	20,4
Croatie	44,0	27,7	33,2	14,5	5,3	2,7	0,5	14,1	8,2	2,4
Espagne	45,5	24,2	20,9	10,4	8,7	5,0	7,7	8,7	4,7	3,9
Estonie	30,1	29,4	18,8	9,3	5,8	4,2	1,1	12,7	2,0	1,3
Féd. de Russie	32,9	14,1	34,9	11,3	1,7	1,9	-	7,4	12,0	4,1
Finlande	63,4	17,3	41,1	11,7	3,6	4,5	2,8	8,8	3,4	2,5
France	51,2	19,9	27,8	9,4	6,2	3,4	3,1	10,8	7,9	5,5
Israël	79,3	17,6	19,1	7,9	7,5	3,7	2,2	13,7	6,7	2,1
Italie	35,5	18,8	17,6	4,5	15,1	3,7	1,0	9,7	3,7	4,4
Japon	33,7	20,7	30,5	7,5	6,2	5,1	4,8	4,6	2,0	2,9
Lettonie	44,4	23,3	23,9	16,5	7,8	3,4	1,6	20,2	7,1	3,4
Lituanie	37,5	15,6	18,9	12,2	4,1	2,9	3,8	13,1	2,2	0,5
Luxembourg	68,3	36,5	46,1	24,6	12,6	7,8	3,6	38,3	24,0	18,6
Malte	46,0	39,0	38,0	21,0	10,0	4,0	2,0	13,0	2,0	3,0
Norvège	79,1	50,4	78,3	30,0	9,4	7,2	10,5	10,5	16,0	30,4
Nouvelle-Zélande	86,4	51,0	76,3	43,1	43,4	10,2	16,0	45,9	48,3	21,4
Pologne	48,2	20,2	19,2	10,1	5,2	5,8	7,3	14,8	10,3	4,8
Portugal	33,9	18,5	30,3	10,2	5,9	3,2	2,2	13,9	6,0	4,3
Rép. de Corée	47,4	16,1	27,7	11,3	3,4	3,9	6,1	6,7	5,2	4,9
Rép. tchèque	42,7	21,8	36,8	18,5	3,9	4,3	2,3	13,3	3,8	1,9
Slovaquie	50,5	27,2	41,6	18,1	2,8	2,5	0,6	12,4	13,6	1,4
Uruguay	52,9	24,2	40,3	21,2	13,6	5,8	-	27,1	18,0	-
<b>Pays à revenu faible et intermédiaire</b>										
Afrique du Sud	44,0	17,9	41,8	11,6	6,9	3,1	2,3	12,9	16,7	8,4
Argentine	26,4	52,7	36,3	16,4	28,5	40,0	42,4	-	-	-
Brésil	41,3	41,9	43,1	23,8	10,2	7,0	-	-	-	-
Bulgarie	28,6	22,4	26,1	13,6	5,5	-	-	13,6	9,4	5,1
Chine	49,5	21,6	59,7	29,6	17,1	8,9	24,7	26,7	12,0	14,8
Colombie	97,6	42,5	52,6	32,1	28,4	16,2	8,0	43,7	47,3	24,5
Cuba	13,6	-	11,5	5,1	-	19,6	24,7	-	-	-
Égypte	75,9	32,1	16,1	17,0	2,7	1,8	0,9	22,3	13,4	4,5
El Salvador	-	26,4	40,3	5,4	15,2	3,8	1,8	13,9	10,3	-
Équateur	67,0	34,9	59,0	27,1	10,7	2,0	2,2	22,2	42,5	6,3
Hongrie	50,5	26,4	37,4	21,3	13,0	9,9	3,3	16,6	9,6	7,7
Inde	58,5	43,3	59,0	32,6	16,8	7,9	11,0	29,7	15,1	24,5
Indonésie	0,4	1,3	1,8	1,3	0,9	0,4	0,4	0,9	0,9	0,9
Kenya	95,7	88,2	90,3	80,6	52,7	37,6	39,8	71,0	64,5	72,0
Malaisie	42,4	34,5	39,0	27,9	15,0	9,5	16,7	28,1	21,7	23,6
Maroc	-	51,3	56,4	15,4	17,9	6,4	12,8	43,6	34,6	25,6
Mexique	92,2	43,6	71,9	44,0	19,0	26,4	23,6	36,9	24,5	-
Nigéria	51,7	39,3	51,7	30,0	14,6	6,8	4,1	11,5	7,1	20,2
Ouganda	60,9	24,8	49,0	23,0	12,2	3,2	5,0	16,4	8,3	11,3
Panama	43,6	10,9	15,2	6,6	5,2	2,4	2,4	5,2	0,5	1,9
Philippines	70,7	49,5	66,2	37,9	21,2	10,1	7,1	21,7	16,7	15,7
Roumanie	42,1	31,8	33,5	20,5	5,2	3,3	2,0	14,3	10,2	3,5
Serbie	36,2	18,3	27,3	10,5	7,8	5,3	2,6	14,8	10,3	5,7
Tanzanie	61,9	32,1	66,7	27,4	16,7	7,1	11,9	16,7	9,5	20,2
Turquie	32,6	29,1	33,9	18,0	5,2	3,7	2,8	19,7	9,4	6,9
Ukraine	28,6	22,4	21,9	11,0	4,7	1,9	4,6	14,7	9,1	4,0

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

## Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

Tableau 2.3 : Partenaires avec lesquels les entreprises coopèrent en matière d'innovation

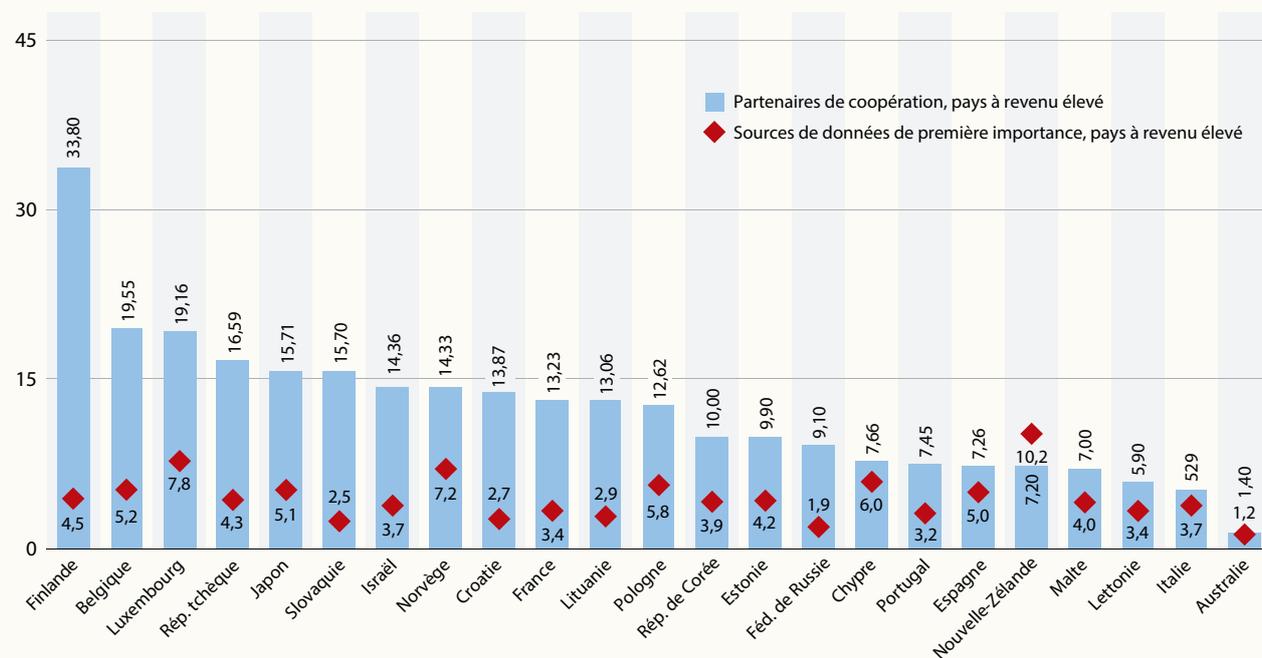
Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)

COOPÉRATION							
	Autres entreprises du groupe	Fournisseurs d'équipements, de matériaux, de composants ou de logiciels	Clients	Concurrents ou autres entreprises du secteur	Consultants, laboratoires commerciaux ou instituts de R&D privés	Universités ou autres établissements d'enseignement supérieur	Pouvoirs publics ou instituts de recherche publics
<b>Pays à revenu élevé</b>							
Australie	21,4	49,4	41,6	21,4	36,2	1,4	5,6
Allemagne	8,6	14,2	13,5	3,0	8,7	17,1	8,1
Autriche	21,2	30,2	22,8	8,0	20,2	24,7	11,6
Belgique	17,7	32,4	19,2	9,3	16,5	19,6	10,8
Chypre	8,1	51,9	45,5	37,0	34,0	7,7	9,4
Croatie	8,6	26,1	21,6	13,9	12,3	13,9	9,1
Danemark	16,8	28,9	25,1	9,1	17,2	14,5	10,5
Espagne	5,5	10,4	6,7	3,5	6,3	7,3	9,7
Estonie	20,3	23,6	23,1	10,5	11,3	9,9	2,5
Féd. de Russie	12,6	16,7	10,9	3,9	5,1	9,1	15,6
Finlande	23,6	38,1	41,6	33,2	34,2	33,8	24,8
France	16,1	23,6	20,2	9,8	14,3	13,2	10,8
Irlande	15,4	19,6	17,0	4,1	15,1	13,0	10,0
Islande	6,2	9,5	23,7	3,8	1,9	10,4	15,6
Israël	–	28,8	40,1	15,4	20,3	14,4	10,1
Italie	2,2	6,7	5,1	2,7	6,6	5,3	2,2
Japon	–	31,7	31,5	19,9	16,9	15,7	14,4
Lettonie	14,0	20,8	19,6	14,0	10,6	5,9	1,9
Lituanie	17,7	31,3	24,2	11,3	14,8	13,1	8,6
Luxembourg	22,8	31,7	29,9	19,2	22,8	19,2	22,8
Malte	13,0	12,0	8,0	4,0	7,0	7,0	3,0
Norvège	16,8	22,1	22,0	7,6	19,4	14,3	18,1
Nouvelle-Zélande	–	18,2	18,7	16,6	–	7,2	5,9
Pays-Bas	14,5	26,3	14,7	7,7	13,7	11,0	7,8
Pologne	11,2	22,7	15,2	7,7	10,1	12,6	9,0
Portugal	5,1	13,0	12,2	4,7	8,3	7,5	4,8
Rép. de Corée	–	11,5	12,8	8,1	6,3	10,0	12,8
Rép. tchèque	14,5	25,6	21,1	10,0	14,0	16,6	6,6
Royaume-Uni	6,2	9,4	11,0	3,8	4,5	4,7	2,5
Slovaquie	18,6	31,5	27,8	20,8	16,1	15,7	10,8
Suède	33,3	35,9	30,7	14,2	29,7	18,3	8,8
<b>Pays à revenu faible et intermédiaire</b>							
Afrique du Sud	14,2	30,3	31,8	18,6	21,1	16,2	16,2
Argentine	–	12,9	7,6	3,5	9,3	14,5	16,1
Brésil	–	10,0	12,8	5,2	6,2	6,3	–
Bulgarie	3,9	13,6	11,2	6,4	5,8	5,7	3,0
Colombie	–	29,4	21,0	4,1	15,5	11,2	5,3
Costa Rica	–	63,9	61,1	16,5	49,6	35,3	8,1
Cuba	–	15,3	28,5	22,1	–	14,9	26,4
Égypte	–	3,6	7,1	0,9	7,1	1,8	0,9
El Salvador	–	36,9	42,1	1,3	15,3	5,5	3,4
Équateur	–	62,4	70,2	24,1	22,1	5,7	3,0
Hongrie	15,5	26,9	21,1	16,4	20,1	23,1	9,9
Indonésie	–	25,7	15,9	8,0	10,2	8,4	4,9
Kenya	–	53,8	68,8	54,8	51,6	46,2	40,9
Malaisie	–	32,9	28,8	21,2	25,5	20,7	17,4
Maroc	–	25,6	–	–	19,2	3,8	–
Mexique	–	–	–	9,7	–	7,0	6,1
Panama	–	64,5	0,5	18,5	3,8	1,4	7,6
Philippines	91,2	92,6	94,1	67,6	64,7	47,1	50,0
Roumanie	2,8	11,7	10,6	6,2	5,9	7,2	3,1
Serbie	16,6	19,4	18,3	13,0	12,4	12,5	9,8
Turquie	10,4	11,6	10,7	7,4	7,9	6,4	6,6
Ukraine	–	16,5	11,5	5,3	5,7	4,2	6,6

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

Figure 2.9 : Liens des entreprises avec les universités et autres établissements d'enseignement supérieur

Part des entreprises manufacturières ayant des activités innovantes (%)



## TENDANCES EN MATIÈRE DE MOBILITÉ SCIENTIFIQUE

### La diaspora peut stimuler l'innovation au niveau national et à l'étranger

Même si les nouvelles technologies comme Internet ont ouvert de nouvelles possibilités de mobilité virtuelle, les déplacements physiques restent indispensables au renforcement mutuel des idées et à la diffusion des découvertes scientifiques dans le temps et l'espace. La présente section examine les tendances récentes en matière de mobilité scientifique internationale, à savoir les mouvements transfrontaliers de personnes participant à la formation à la recherche ou à des travaux de recherche. Pour les besoins de cette analyse, nous nous appuyons sur les études menées conjointement par l'Institut de statistique de l'UNESCO, l'OCDE et Eurostat sur la mobilité internationale des étudiants et sur la carrière des titulaires de doctorat.

De nombreuses données prouvent que les réseaux de connaissance de la diaspora peuvent transformer l'environnement local et international en matière d'innovation. Dès les années 1960 et 1970, des actions ont été menées pour convaincre les expatriés coréens et taiwanais de quitter la Silicon Valley en Californie afin de créer des parcs scientifiques dans leurs pays d'origine (Agunias et Newland, 2012). Par ailleurs, un réseau colombien de scientifiques et d'ingénieurs expatriés a été créé en 1991 pour rétablir le lien entre ces professionnels et leur pays d'origine (Meyer et Wattiaux, 2006).

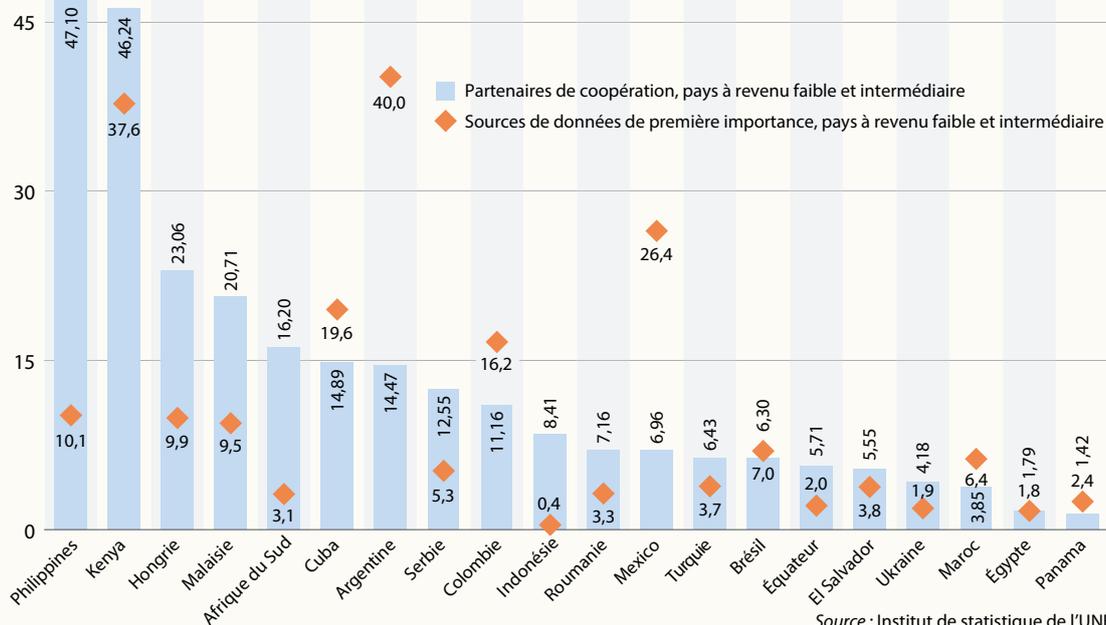
Citons également le rôle de la diaspora indienne dans le développement du secteur informatique en Inde, qui représentait près de 7,5 % du PIB du pays en 2012. Satya Nadella est sans doute l'expatrié indien le plus célèbre dans le secteur

informatique. Après avoir rejoint Microsoft en 1992, cet ingénieur de formation a été nommé président-directeur général de la multinationale en 2014. Dans les années 1990, de nombreux Indiens travaillant dans le secteur informatique aux États-Unis ont commencé à collaborer avec leurs homologues en Inde et à sous-traiter leurs activités. Une enquête de 2012 montre que des Indiens expatriés figurent parmi les fondateurs, cofondateurs, présidents-directeurs généraux ou directeurs généraux de 12 des 20 premières entreprises d'informatique du pays (Pande, 2014). En 2009, le gouvernement indien a créé le Réseau indien de la connaissance afin de faciliter le partage de connaissances entre la diaspora et l'Inde dans les domaines des affaires, de l'informatique et de l'éducation (Pande, 2014).

Entre 2006 et 2015, le gouvernement néerlandais a mis en œuvre un programme de retour temporaire de ressortissants qualifiés afin de favoriser le renforcement des capacités technologiques et le transfert de connaissances dans différents pays sortant d'un conflit. Le retour volontaire de ressortissants expatriés hautement qualifiés en Afghanistan pour une période maximale de six mois en vue de participer à la reconstruction du pays a déjà suscité une évolution technologique et des innovations dans les domaines de l'éducation, de l'ingénierie et de la santé (Siegel et Kuschminder, 2012). Dans d'autres pays, les rapatriés temporaires ont notamment contribué à l'émergence de nouvelles technologies, à la révision des programmes universitaires et à la formation des instructeurs locaux. Pour que ces projets réussissent, les participants doivent notamment connaître la langue et la culture locales.

### La mobilité scientifique favorise la collaboration internationale en matière de recherche

Lorsque Woolley *et al.* (2008) ont enquêté sur les scientifiques de six pays d'Asie-Pacifique, ils ont montré que ceux qui avaient obtenu un diplôme de recherche et qui avaient été



Source : Institut de statistique de l'UNESCO, septembre 2014.

formés à l'étranger participaient activement à la collaboration internationale en matière de recherche. Jöns (2009) a découvert que la collaboration entre les universitaires invités et leurs collègues allemands se poursuivait après la fin de leur séjour. Dans le même temps, Jonkers et Tijssen (2008) ont montré que l'augmentation du nombre de copublications internationales en Chine était liée à la forte présence de la diaspora scientifique chinoise dans différents pays d'accueil. Ils ont également montré que les rapatriés chinois avaient à leur actif un nombre impressionnant de copublications internationales.

La coopération scientifique internationale est naturellement indispensable pour traiter des questions scientifiques mondiales telles que le changement climatique, l'approvisionnement en eau ou la sécurité alimentaire et énergétique, ainsi que pour intégrer les acteurs locaux et régionaux dans la communauté scientifique mondiale. Elle a en outre été largement utilisée pour aider les universités à améliorer la qualité et la quantité de leurs résultats de recherche. Halevi et Moed (2014) indiquent que les pays en phase de *développement* de leurs capacités commencent par élaborer des projets en collaboration avec des équipes de recherche étrangères, en particulier celles basées dans des pays scientifiquement avancés. Ces projets sont souvent financés par des organismes étrangers ou internationaux spécialisés dans des domaines spécifiques. Cette tendance est manifeste dans des pays comme le Pakistan et le Cambodge, où la grande majorité des articles scientifiques sont coécrits par des auteurs internationaux (voir figures 21.8 et 27.8). Par la suite, lorsque les capacités de recherche des pays augmentent, ils passent en phase de *consolidation* et d'*expansion*. Les pays atteignent finalement la phase d' : leurs instituts de recherche deviennent des partenaires à part entière et jouent de plus en plus un rôle moteur dans la coopération scientifique internationale, comme ce fut le cas au Japon et à Singapour (voir chapitres 24 et 27).

### La concurrence en matière de recrutement des travailleurs qualifiés risque de s'intensifier

Certains pays n'hésitent pas à promouvoir la mobilité scientifique dans le but de renforcer les capacités de recherche ou d'entretenir un environnement innovant. Dans les années à venir, la concurrence en matière de recrutement des travailleurs qualifiés du monde entier risque fort de s'intensifier. Cela dépendra en partie des niveaux d'investissement dans la science et la technologie dans le monde et des tendances démographiques, telles que les faibles taux de natalité ou le vieillissement de la population dans certains pays (de Wit, 2008). Certains pays appliquent déjà des politiques plus ambitieuses visant à attirer et retenir les migrants hautement qualifiés et les étudiants internationaux afin de créer un environnement innovant ou d'entretenir une telle dynamique (Université Cornell *et al.*, 2014).

Le Brésil et la Chine font partie des pays manifestant un regain d'intérêt politique pour la promotion de la mobilité. En 2011, le gouvernement brésilien a lancé le programme Sciences sans frontières visant à consolider et à développer le système d'innovation national grâce à des échanges internationaux. Au cours des trois années qui ont suivi, le gouvernement a accordé 100 000 bourses à des étudiants et à des chercheurs brésiliens prometteurs pour qu'ils puissent étudier la science, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques dans les meilleures universités du monde. Tout en favorisant la mobilité vers l'étranger, le programme Sciences sans frontières propose des subventions à des chercheurs étrangers hautement qualifiés afin qu'ils travaillent avec des chercheurs locaux sur des projets communs (voir encadré 8.3).

La Chine, pays comptant le plus grand nombre d'étudiants installés à l'étranger, a dû modifier sa politique en matière de mobilité scientifique. Pendant de nombreuses années, le

## RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

gouvernement chinois s'est inquiété de la fuite des cerveaux. En 1992, il a commencé à encourager les étudiants vivant à l'étranger à revenir en Chine continentale pour de courtes visites (voir encadré 23.2). En 2001, il a adopté une politique plus libérale invitant la diaspora à contribuer à la modernisation du pays sans avoir l'obligation de revenir en Chine (Zweig *et al.*, 2008). Au cours des 10 dernières années, la volonté du gouvernement d'accroître le nombre d'universités de niveau mondial a entraîné une augmentation du nombre de bourses gouvernementales pour étudier à l'étranger, qui est passé de moins de 3 000 en 2003 à plus de 13 000 en 2010 (British Council et DAAD, 2014).

### En Europe et en Asie, des programmes régionaux encouragent la mobilité

Il existe également des politiques régionales en faveur de la mobilité scientifique. Créé en 2000, l'Espace européen de la recherche illustre cette approche. Afin d'améliorer la compétitivité des instituts de recherche européens, la Commission européenne a lancé une série de programmes visant à faciliter la mobilité internationale des chercheurs et à renforcer la coopération multilatérale en matière de recherche au sein de l'UE. Le programme des actions Marie Skłodowska-Curie de l'UE propose ainsi aux chercheurs des subventions visant à promouvoir la mobilité transnationale, intersectorielle et interdisciplinaire.

L'UE mène une autre initiative en faveur de la mobilité transfrontalière en demandant aux instituts bénéficiant de fonds publics de publier leurs offres d'emploi à l'international afin d'offrir aux chercheurs un marché du travail ouvert. De plus, la procédure de « visa scientifique » simplifie les démarches administratives pour les chercheurs originaires de pays non membres de l'UE. Environ 31 % des chercheurs postdoctoraux de l'UE ont travaillé à l'étranger pendant plus de trois mois au moins une fois au cours des 10 dernières années (UE, 2014).

Une initiative similaire voit le jour en Asie avec le *Plan d'action sur la science, la technologie et l'innovation 2016-2020* (APASTI) adopté par l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE). L'APASTI a pour objectif de renforcer les capacités scientifiques dans les États membres en favorisant les échanges entre les chercheurs de la région et au-delà (voir chapitre 27).

### Le nombre de doctorants internationaux en science et en ingénierie augmente

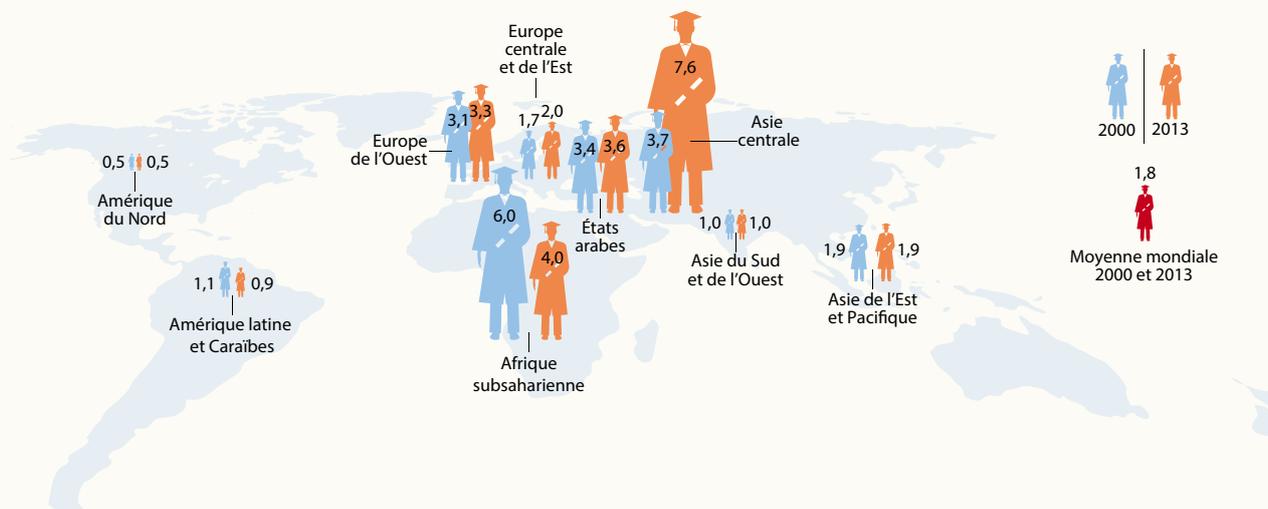
Dans cette section, nous allons analyser les tendances en matière de migration transfrontalière des étudiants inscrits à l'université et des titulaires de doctorat. Ces 20 dernières années, le nombre d'étudiants poursuivant leurs études supérieures à l'étranger a plus que doublé, passant de 1,7 million en 1995 à 4,1 millions en 2013. Les étudiants originaires d'Afrique subsaharienne, d'Asie centrale, des États arabes et d'Europe occidentale sont plus susceptibles d'étudier à l'étranger que ceux originaires d'autres régions (figure 2.10).

Les données utilisées dans l'analyse ci-dessous sont issues de la base de données de l'Institut de statistique de l'UNESCO. Elles résultent de collectes de données menées conjointement avec l'OCDE et Eurostat, chaque année pour les étudiants et tous les trois ans pour les titulaires de doctorat. Les étudiants qui participent à des programmes d'échange à court terme sont exclus. En 2014, plus de 150 pays représentant 96 % de la population mondiale d'étudiants ont communiqué des données sur les étudiants internationaux. En outre, 25 pays (principalement de l'OCDE) ont communiqué des données sur les titulaires de doctorat pour l'année 2008 ou 2009.

On observe quatre tendances distinctes en matière de mobilité des doctorants internationaux et parmi les étudiants en science et en ingénierie. Premièrement, ces deux grands domaines d'étude sont les plus prisés par les doctorants internationaux :

Figure 2.10 : Taux de mobilité vers l'étranger parmi les doctorants, 2000 et 2013

Par région d'origine (%)

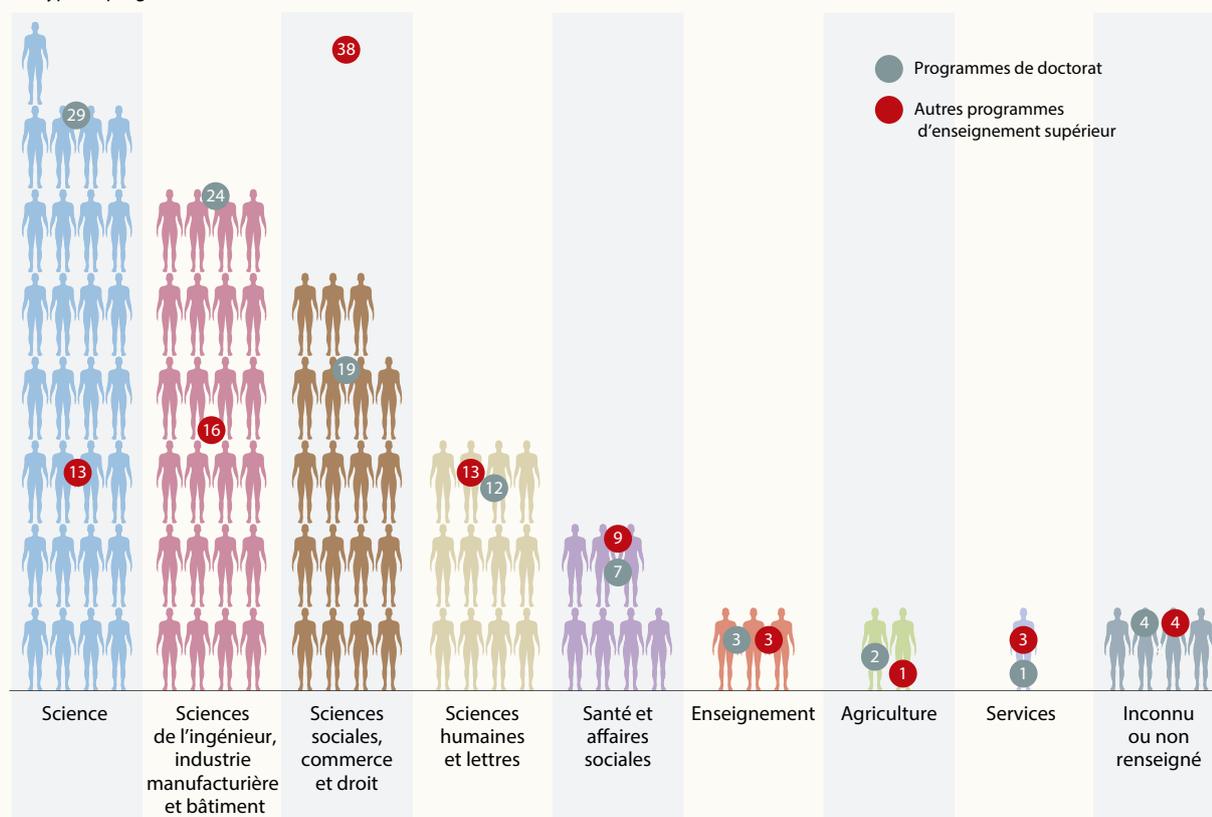


Remarque : Le taux de mobilité vers l'étranger correspond au nombre d'étudiants originaires d'un pays (ou d'une région) donné(e) inscrits dans des programmes d'enseignement supérieur à l'étranger, exprimé en pourcentage des effectifs totaux inscrits dans l'enseignement supérieur dans ce pays (ou cette région).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, juin 2015.

Figure 2.11 : Répartition des étudiants internationaux, 2012

Par type de programme et domaine d'étude (%)



Remarque : Les données concernent 3,1 millions d'étudiants internationaux inscrits dans 44 pays (principalement de l'OCDE et/ou de l'UE).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, octobre 2014.

sur un total de 359 000 doctorants internationaux en 2012, 29 % étudiaient la science et 24 % étudiaient l'ingénierie, les industries de transformation et la production (figure 2.11). À titre de comparaison, dans les programmes autres que de doctorat, les étudiants internationaux en science et en ingénierie arrivent en deuxième et en troisième position, après les sciences sociales, le commerce et le droit. Parmi ces étudiants, une proportion relativement importante vient de pays ayant une capacité technologique de niveau intermédiaire comme l'Arabie saoudite, le Brésil, la Malaisie, la Thaïlande et la Turquie (Chien, 2013).

Le profil des doctorants internationaux a nettement évolué, puisqu'ils ne plébiscitent plus les sciences sociales et le commerce, mais la science et l'ingénierie. Entre 2005 et 2012, le nombre d'inscriptions de doctorants internationaux en science et en ingénierie a augmenté de 130 %, contre 120 % pour les autres domaines.

La deuxième tendance qui se dégage est la concentration des doctorants internationaux dans un plus petit nombre de pays d'accueil que les autres étudiants. Les États-Unis (40,1 %), le Royaume-Uni (10,8 %) et la France (8,3 %) accueillent l'essentiel des doctorants internationaux. Les États-Unis accueillent près de la moitié des doctorants en science et en ingénierie (figure 2.12).

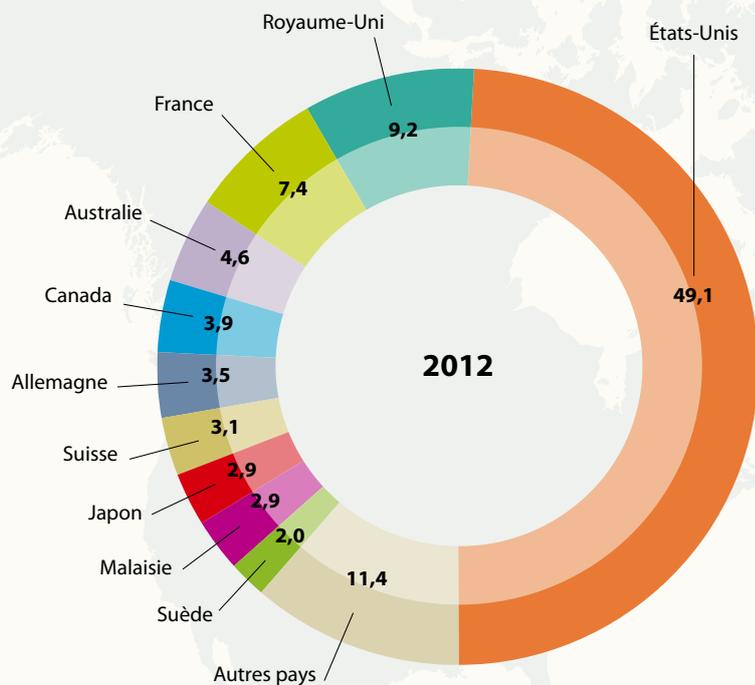
Il existe d'importantes variations du taux de mobilité des doctorants vers les pays d'accueil : 3 étudiants sur 10 viennent de l'étranger aux États-Unis, contre plus de 4 sur 10 au Royaume-Uni et en France (figure 2.12). Ce taux est encore plus élevé au Liechtenstein, au Luxembourg et en Suisse, où plus de la moitié des doctorants viennent de l'étranger.

Troisièmement, la proportion d'étudiants préparant leur doctorat à l'étranger varie grandement d'un pays à l'autre. Le taux d'étudiants originaires d'un pays donné inscrits dans des programmes de doctorat à l'étranger (ou taux de mobilité vers l'étranger) varie de 1,7 % aux États-Unis à 109,3 % en Arabie saoudite (figure 2.12). L'Arabie saoudite a donc plus de doctorants inscrits à l'étranger que sur le territoire national. Ce taux de mobilité vers l'étranger relativement élevé est en adéquation avec le fait que le gouvernement saoudien finance depuis longtemps les études universitaires à l'étranger de ses ressortissants. Le Viet Nam présentait le deuxième taux le plus élevé (78,1 %) en 2012, avec environ 4 900 doctorants inscrits à l'étranger et 6 200 inscrits sur le territoire national. Ce taux élevé résulte de la politique menée par le gouvernement vietnamien, qui finance les études de doctorat à l'étranger de ses ressortissants afin que 20 000 titulaires de doctorat viennent grossir les rangs du personnel enseignant des universités du pays d'ici 2020 et améliorent ainsi son système d'enseignement supérieur (British Council et DAAD, 2014).

Figure 2.12 : Destinations préférées des doctorants internationaux, 2012

**Les États-Unis accueillent à eux seuls près de la moitié des doctorants internationaux en science et en ingénierie**

Répartition des doctorants internationaux en science et en ingénierie par pays d'accueil, 2012 (%)



**49,1 %**

Part des doctorants internationaux en science et en ingénierie aux États-Unis

**9,2 %**

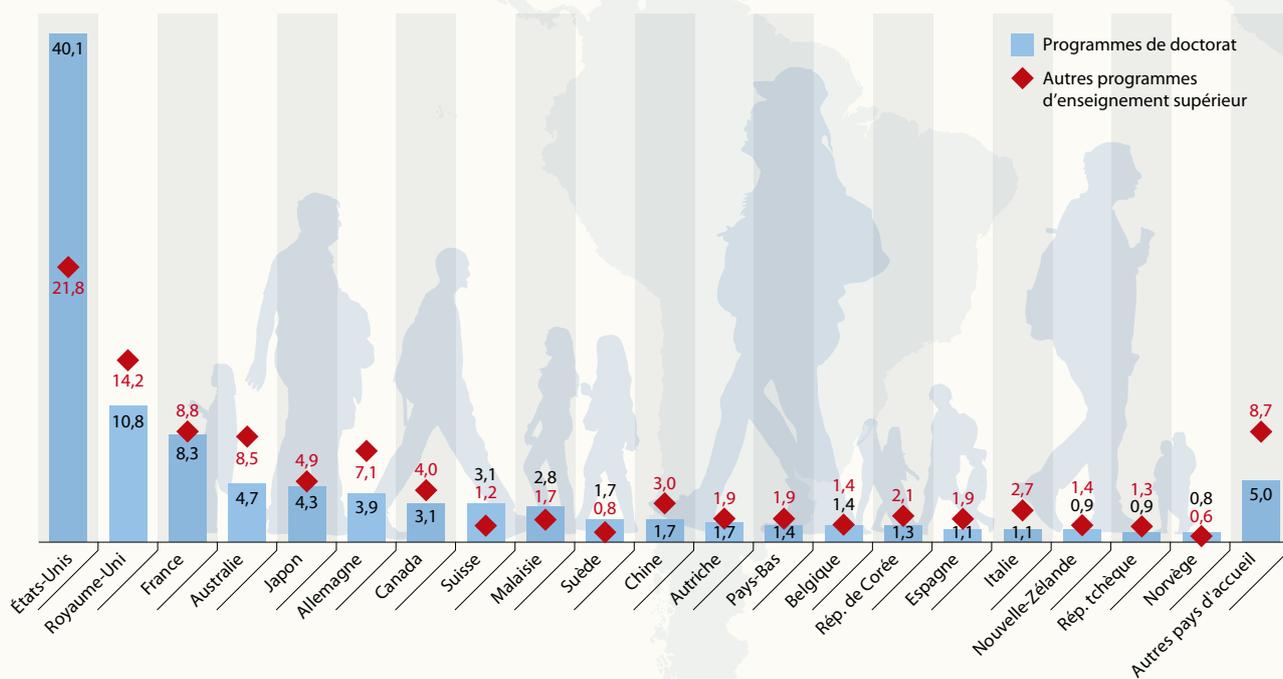
Part des doctorants internationaux en science et en ingénierie au Royaume-Uni

**7,4 %**

Part des doctorants internationaux en science et en ingénierie en France

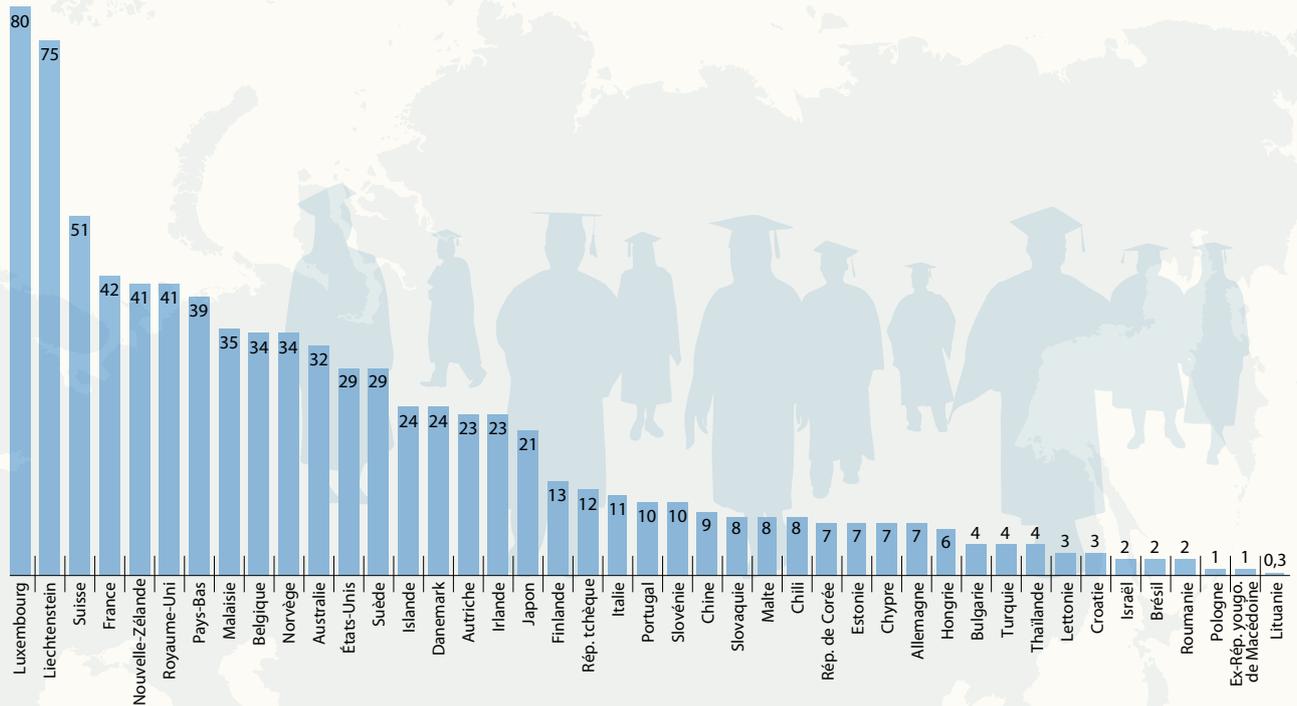
**Les États-Unis accueillent 4 doctorants internationaux sur 10**

Part des étudiants internationaux par type de programme et pays d'accueil, 2012 (%)



## La plupart des doctorants au Liechtenstein, au Luxembourg et en Suisse sont des étudiants internationaux

Part des doctorants internationaux dans chaque pays d'accueil ou taux de mobilité vers les pays d'accueil, 2012 (%)



**5 600** Nombre de doctorants saoudiens formés à l'étranger en 2012

**5 200** Nombre de doctorants saoudiens formés en Arabie saoudite en 2012

## L'Arabie saoudite a plus de doctorants inscrits à l'étranger que sur le territoire national

Pays ayant plus de 4 000 doctorants inscrits à l'étranger en 2012

Pays d'origine	Nombre d'étudiants sortants	Taux de mobilité vers l'étranger*	Principales destinations
Chine	58 492	22,1	États-Unis, Japon, Royaume-Uni, Australie, France, Rép. de Corée, Canada, Suède
Inde	30 291	35,0	États-Unis, Royaume-Uni, Australie, Canada, France, Rép. de Corée, Suisse, Suède
Allemagne	13 606	7,0	Suisse, Autriche, Royaume-Uni, États-Unis, Pays-Bas, France, Suède, Australie
Iran	12 180	25,7	Malaisie, États-Unis, Canada, Australie, Royaume-Uni, France, Suède, Italie
Rép. de Corée	11 925	20,7	États-Unis, Japon, Royaume-Uni, France, Canada, Australie, Suisse, Autriche
Italie	7 451	24,3	Royaume-Uni, France, Suisse, États-Unis, Autriche, Pays-Bas, Espagne, Suède
Canada	6 542	18,0	États-Unis, Royaume-Uni, Australie, France, Suisse, Nouvelle-Zélande, Irlande, Japon
États-Unis	5 929	1,7	Royaume-Uni, Canada, Australie, Suisse, Nouvelle-Zélande, France, Rép. de Corée, Irlande
Arabie saoudite	5 668	109,3	États-Unis, Royaume-Uni, Australie, Malaisie, Canada, France, Japon, Nouvelle-Zélande
Indonésie	5 109	13,7	Malaisie, Australie, Japon, États-Unis, Royaume-Uni, Rép. de Corée, Pays-Bas, France
France	4 997	12,3	États-Unis, Royaume-Uni, Malaisie, Suisse, France, Japon, Allemagne, Chine
Viet Nam	4 867	78,1	France, États-Unis, Australie, Japon, Rép. de Corée, Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande, Belgique
Turquie	4 579	9,2	États-Unis, Royaume-Uni, France, Pays-Bas, Suisse, Autriche, Canada, Italie
Pakistan	4 145	18,0	Royaume-Uni, États-Unis, Malaisie, France, Suède, Australie, Rép. de Corée, Nouvelle-Zélande
Brésil	4 121	5,2	États-Unis, Portugal, France, Espagne, Royaume-Uni, Australie, Italie, Suisse

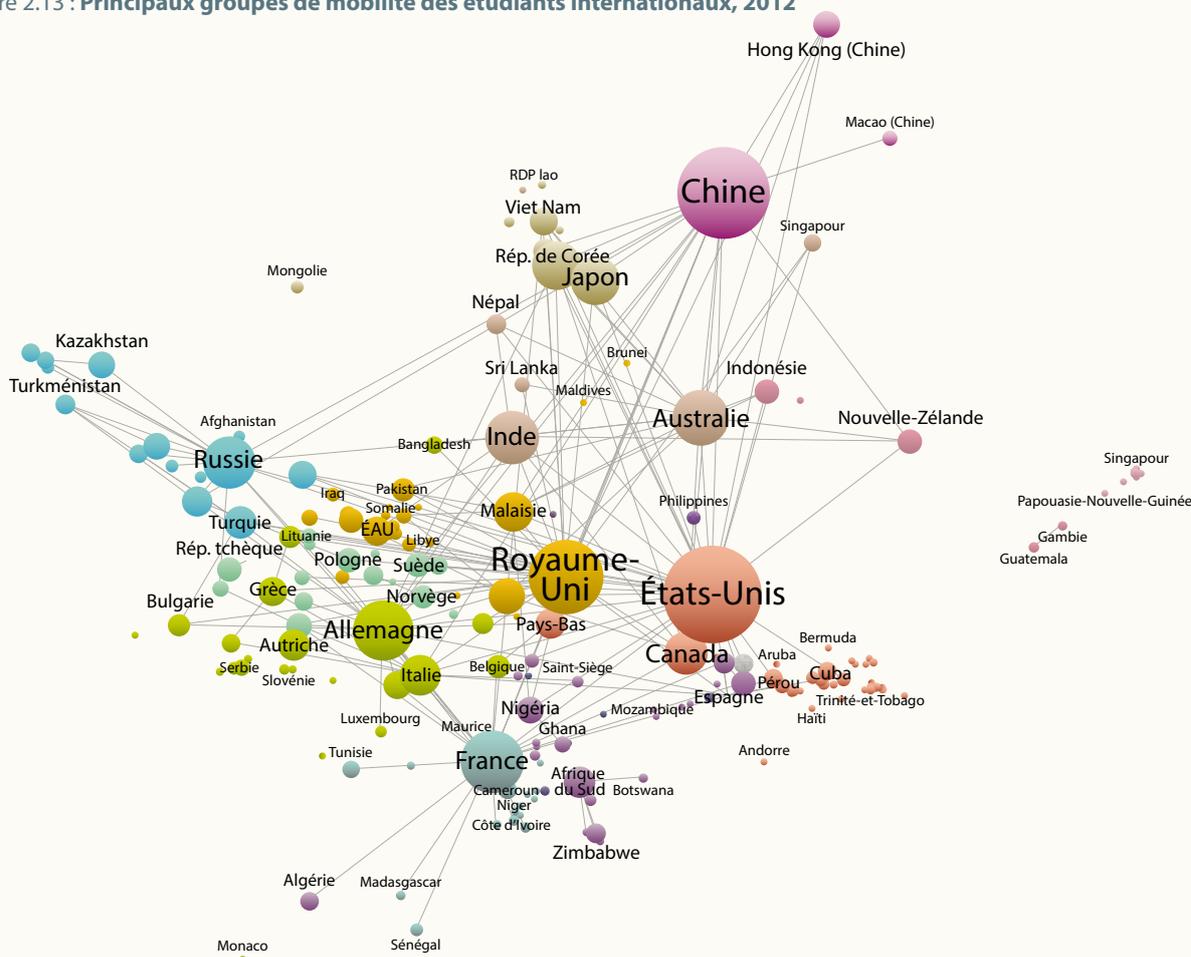
\* Nombre d'étudiants originaires d'un pays donné inscrits dans des programmes de doctorat à l'étranger, exprimé en pourcentage des effectifs totaux inscrits en doctorat dans ce pays.

Remarque : L'Institut de statistique de l'UNESCO reconnaît que l'Allemagne est une destination prisée par les doctorants internationaux. Cependant, du fait de l'absence de données, l'Allemagne ne fait pas partie des principales destinations répertoriées dans ce tableau.

Remarque : Les données des tableaux et graphiques de la figure 2.12 concernent 3,1 millions d'étudiants internationaux inscrits dans 44 pays (principalement de l'OCDE et/ou de l'UE).

Source : Institut de statistique de l'UNESCO, octobre 2014 ; Institut pour l'éducation internationale, 2013, *Open Doors Report on International Educational Exchange*.

Figure 2.13 : Principaux groupes de mobilité des étudiants internationaux, 2012



Source : Données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, octobre 2014 ; carte créée à l'aide de VOSviewer.

Quatrièmement, on peut identifier au moins six réseaux (ou groupes) distincts de mobilité des étudiants internationaux (figure 2.13). Il convient de noter que même si les flux d'étudiants sont directionnels, les réseaux représentés sur la carte ne le sont pas. De plus, la distance entre deux pays est plus ou moins proportionnelle au nombre d'étudiants migrant entre ces pays. Plus la distance est petite, plus la relation est étroite. Les couleurs reflètent les différents groupes du réseau de mobilité des étudiants. La taille des bulles (pays) est proportionnelle à la somme du nombre d'étudiants originaires d'un pays donné qui poursuivent leurs études à l'étranger et du nombre d'étudiants internationaux qui poursuivent leurs études dans ce pays. Par exemple, quelque 694 400 étudiants chinois poursuivaient leurs études à l'étranger en 2012, tandis que la Chine accueillait 89 000 étudiants internationaux la même année. Le nombre total d'étudiants internationaux en provenance et à destination de la Chine était donc de 783 400. À titre de comparaison, quelque 58 100 étudiants américains poursuivaient leurs études à l'étranger en 2012, tandis que les États-Unis accueillait 740 500 étudiants internationaux la même année. Au total, il y avait donc 798 600 étudiants internationaux en provenance et à destination des États-Unis. De ce fait, les bulles représentant la Chine et les États-Unis ont quasiment la même taille, même si les tendances sont opposées.

Les rapports bilatéraux entre le pays d'accueil et le pays d'origine en termes de géographie, de langue et d'histoire influencent partiellement ces groupes. Le groupe des États-Unis couvre plusieurs pays d'Amérique latine et des Caraïbes, le Canada, l'Espagne et les Pays-Bas. Le groupe du Royaume-Uni englobe d'autres pays européens et ses anciennes colonies, notamment les Émirats arabes unis, la Malaisie et le Pakistan. L'Inde, ancienne colonie du Royaume-Uni, a maintenu des liens avec ce pays, mais fait désormais également partie du groupe composé de l'Australie, du Japon et des pays d'Asie de l'Est et du Pacifique. De même, la France domine son groupe, qui comprend ses anciennes colonies sur le continent africain. Un autre groupe réunit principalement des pays d'Europe occidentale. De plus, le lien historique entre la Fédération de Russie et les anciens États soviétiques donne naissance à un groupe distinct. Enfin, il y a lieu de noter que l'Afrique du Sud joue un rôle important dans le réseau de mobilité des étudiants en Afrique australe (voir chapitre 20).

### Mobilité internationale des titulaires de doctorat

L'enquête sur la carrière des titulaires de doctorat révèle qu'ils sont en moyenne entre 5 % et 29 % à avoir mené des travaux de recherche à l'étranger pendant trois mois ou plus au cours des 10 dernières années (figure 2.14). Cette proportion est supérieure

## Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

à 20 % en Espagne, en Hongrie et à Malte, tandis qu'elle est inférieure à 10 % en Lettonie, en Lituanie, en Pologne et en Suède.

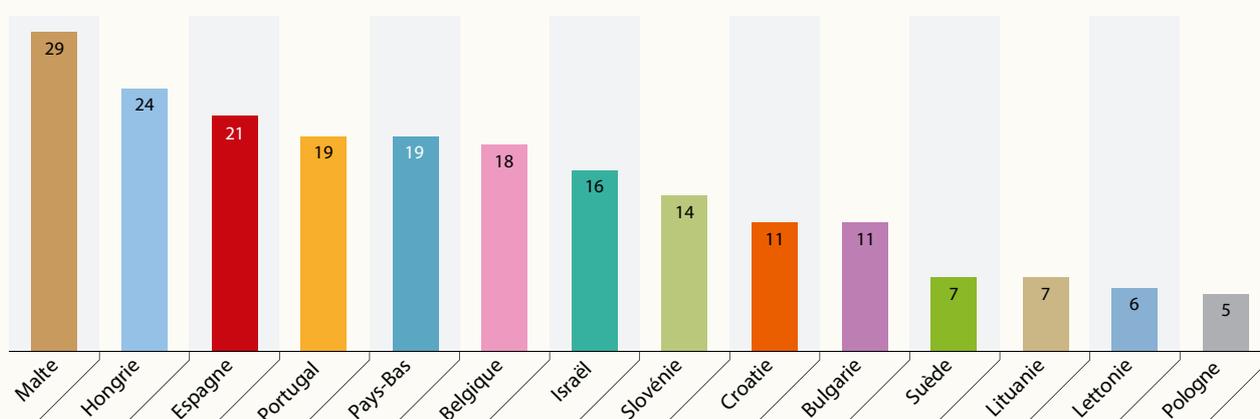
Les principales destinations du dernier séjour à l'étranger de ces chercheurs mobiles sont les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne (Auriol *et al.*, 2013). Des études menées dans toute l'Europe montrent qu'un degré élevé de mobilité du personnel qualifié entre les secteurs (par exemple les universités et les industries) et entre les pays contribue au professionnalisme global de la population active, ainsi qu'aux performances de l'économie en matière d'innovation (UE, 2014).

Des facteurs universitaires participent généralement à la décision d'un chercheur de s'expatrier. Ce faisant, il peut par

exemple accéder à de meilleures opportunités de publication ou avoir la possibilité de poursuivre un axe de recherche qui n'est pas envisageable au niveau national. D'autres facteurs professionnels ou économiques et des considérations familiales ou personnelles peuvent également entrer en ligne de compte (Auriol *et al.*, 2013).

Il est admis depuis longtemps que la présence de chercheurs et de titulaires de doctorat étrangers enrichit le capital culturel de la communauté locale et élargit le bassin de talents d'une économie (Iversen *et al.*, 2014). L'enquête sur la carrière des titulaires de doctorat révèle que la Suisse accueille le pourcentage le plus élevé (33,9 %) de titulaires de doctorat étrangers, suivie par la Norvège (15,2 %) et la Suède (15,1 %) [figure 2.15].

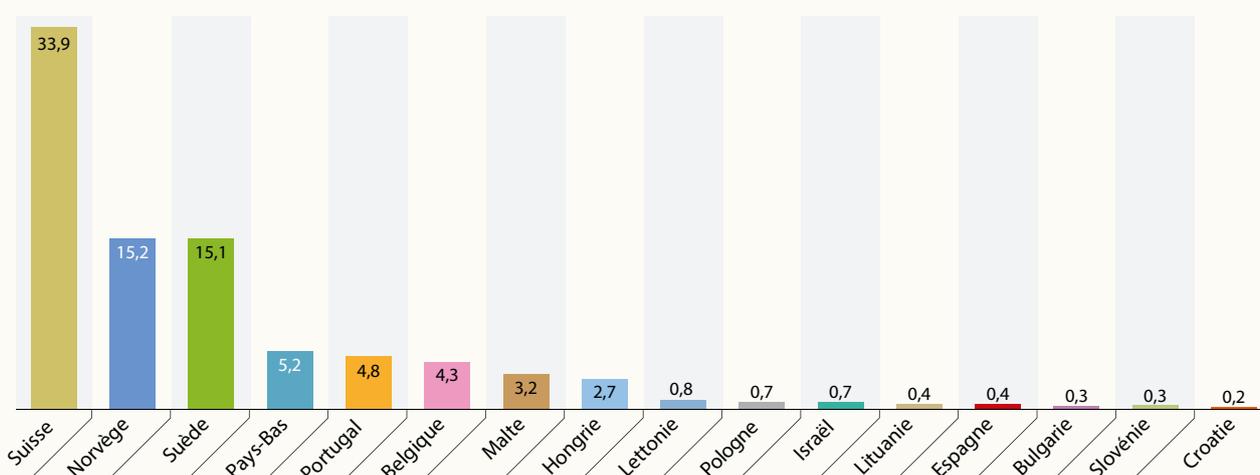
Figure 2.14 : Pourcentage de citoyens nationaux titulaires d'un doctorat ayant vécu à l'étranger au cours des 10 dernières années, 2009



Remarque : Les données concernent les séjours de trois mois ou plus à l'étranger. Les données pour la Belgique, l'Espagne, la Hongrie et les Pays-Bas font référence aux étudiants diplômés à partir de 1990. Pour l'Espagne, les données concernant les titulaires de doctorat sont limitées pour la période 2007-2009.

Source : Données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, de l'OCDE et d'Eurostat sur la carrière des titulaires de doctorat, 2010.

Figure 2.15 : Pourcentage de titulaires de doctorat étrangers dans une série de pays, 2009



Source : Données de l'Institut de statistique de l'UNESCO, de l'OCDE et d'Eurostat sur la carrière des titulaires de doctorat, 2010.

## CONCLUSION

### **L'innovation est présente dans les pays de tous niveaux de revenu**

Si la plupart des activités de R&D ont pour cadre des pays à revenu élevé, l'innovation est généralisée et se produit dans des pays de tous niveaux de revenu. En effet, l'innovation ne dépend, dans bien des cas, nullement de la R&D ; dans la majorité des pays étudiés dans le cadre de l'enquête de 2013, plus de 50 % des entreprises innovaient sans R&D. La R&D est un élément crucial du processus d'innovation, mais l'innovation est une notion plus large, qui dépasse la seule R&D.

Les responsables politiques devraient éviter de se concentrer sur la seule conception de mesures de nature à inciter les entreprises à faire de la recherche et développement. Ils devraient aussi faciliter l'innovation non liée à la recherche, en particulier celle qui passe par le transfert de technologie, puisque l'acquisition de machines, d'équipements et de logiciels est en général la principale activité liée à l'innovation.

En outre, la dépendance des entreprises à l'égard de sources liées au marché (comme les fournisseurs et les clients) dans le processus d'innovation souligne le rôle important des agents externes dans ce domaine. L'une des préoccupations des décideurs devrait être le peu d'importance que la plupart des entreprises accordent au maintien de liens avec les universités et les instituts de recherche publics, alors que le renforcement des liens entre les universités et l'industrie constitue souvent un objectif majeur des instruments de politique.

La mobilité scientifique internationale peut favoriser un environnement innovant en améliorant les compétences, les réseaux de connaissance et la coopération scientifique. Cependant, les réseaux de connaissance internationaux ne se forment pas spontanément et les avantages potentiels qui en découlent ne sont pas automatiques. Les enseignements tirés des réussites passées et actuelles montrent que quatre facteurs sont indispensables au maintien des réseaux de connaissance internationaux : une approche déterminée par la demande ; la présence d'une communauté scientifique locale ; un soutien infrastructurel et un leadership engagé ; un enseignement supérieur de qualité afin d'améliorer les compétences de l'ensemble de la population.

La mobilité scientifique transfrontalière a nettement augmenté au cours des 10 dernières années et cette tendance ne montre aucun signe d'essoufflement. La création d'un environnement propice à la collaboration et à la mobilité transfrontalière devient une priorité pour les gouvernements nationaux. Pour accompagner cette tendance, les gouvernements devraient mettre en place des programmes visant à sensibiliser les scientifiques et les ingénieurs aux différences culturelles en matière de recherche, de gestion de la recherche et de leadership, ainsi qu'à garantir l'intégrité de la recherche au-delà des frontières.

## RÉFÉRENCES

- Agunias, D. R. et Newland, K. (2012) *Comment associer les diasporas au développement : Manuel à l'usage des décideurs et praticiens dans les pays d'origine et d'accueil*. Organisation internationale pour les migrations et Institut des politiques migratoires : Genève et Washington D. C.
- Auriol, L., Misu, M. et Freeman, R. A. (2013) Les carrières des titulaires du doctorat : analyse des indicateurs du marché du travail et de la mobilité, *Documents de travail de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, 2013/04*. Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) : Paris.
- British Council et DAAD (2014) *The Rationale for Sponsoring Students to Undertake International Study: an Assessment of National Student Mobility Scholarship Programmes*. British Council et Office allemand d'échanges universitaires. Voir [www.britishcouncil.org/sites/britishcouncil.uk2/files/outward\\_mobility.pdf](http://www.britishcouncil.org/sites/britishcouncil.uk2/files/outward_mobility.pdf).
- Chien, C.-L. (2013) *The International Mobility of Undergraduate and Graduate Students in Science, Technology, Engineering and Mathematics: Push and Pull Factors*, thèse de doctorat. Université du Minnesota (États-Unis).
- De Wit, H. (2008) Changing dynamics in international student circulation: meanings, push and pull factors, trends and data, in : De Wit, H., Agarwal, P., Said, M. E., Sehoole, M. et Sirozi, M. (dir.) *The Dynamics of International Student Circulation in a Global Context* (p. 15-45). Sense Publishers : Rotterdam.
- Halevi, G. et Moed, H. F. (2014) International Scientific Collaboration, in : Chapman, D. et Chien, C.-L. (dir.) *Higher Education in Asia: Expanding Out, Expanding Up. The Rise of Graduate Education and University Research*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal.
- ISU (2015) *Summary Report of the 2013 UIS Innovation Data Collection*. Institut de statistique de l'UNESCO : Montréal. Voir [www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Documents/IP24-innovation-data-en.pdf](http://www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Documents/IP24-innovation-data-en.pdf).
- Iversen, E., Scordato, L., Børing, P. et Røsdal, T. (2014) *International and Sector Mobility in Norway: a Register-data Approach*, Document de travail 11/2014. Institut nordique d'études dans les domaines de l'innovation, de la recherche et de l'éducation (NIFU). Voir [www.nifu.no/publications/1145559](http://www.nifu.no/publications/1145559).
- Jonkers, K. et Tijssen, R. (2008) Chinese researchers returning home: impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity, *Scientometrics*, 7(2) : p. 309-333. DOI: 10.1007/s11192-007-1971-x.
- Jöns, H. (2009) Brain circulation and transnational knowledge networks: studying long-term effects of academic mobility to Germany, 1954–2000, *Global Networks*, 9 (3) : p. 315-338.

## Suivre les tendances en matière d'innovation et de mobilité

- Marx, K. (1867) *Le Capital. Critique de l'économie politique*. Livre I : Le développement de la production capitaliste. Joseph Roy (première traduction de l'allemand). Éditions sociales [pour la première édition de la version française]. Paris (France).
- Meyer, J-B. et Wattiaux, J-P. (2006) Diaspora Knowledge Networks: Vanishing doubts and increasing evidence, *Journal international sur les sociétés multiculturelles*, 8(1) : p. 4–24. Voir [www.unesco.org/shs/ijms/vol8/issue1/art1](http://www.unesco.org/shs/ijms/vol8/issue1/art1).
- Pande, A. (2014) The role of the Indian diaspora in the development of the Indian IT industry, *Diaspora Studies*, 7(2) : p. 121-129.
- Schumpeter, J. A. (1942) *Capitalisme, socialisme et démocratie*. Éditions Payot : Paris.
- Siegel, M. et Kuschminder, K. (2012) *Highly Skilled Temporary Return, Technological Change and Innovation: the Case of the TRQN Project in Afghanistan*. UNU-MERIT Working Paper Series 2012–017.
- Smith, A. (1776) *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*. Éditions Guillaumin : Paris.
- UE (2014) *European Research Area Progress Report 2014 et Facts and Figures 2014*. Office des publications de l'Union européenne : Luxembourg.
- Université Cornell, INSEAD et OMPI (2014) *Indice mondial 2014 de l'innovation : le facteur humain dans l'innovation*, deuxième impression. Université Cornell : Ithica (États-Unis), INSEAD : Fontainebleau (France) et Organisation mondiale de la propriété intellectuelle : Genève.
- Woolley, R., Turpin, T., Marceau, J. et Hill, S. (2008) Mobility matters: research training and network building in science, *Comparative Technology Transfer and Society*. 6(3) : p. 159-184.
- Zweig, D., Chung, S. F. et Han, D. (2008) Redefining brain drain: China's 'diaspora option', *Science, Technology and Society*, 13(1) : p. 1-33. DOI: 10.1177/097172180701300101.

**Elvis Korku Avenyo**, né en 1985 au Ghana, est doctorant à l'UNU-MERIT (Université de Maastricht) aux Pays-Bas. Il est titulaire d'un master en économie délivré par l'Université de Cape Coast (Ghana). Sa thèse de doctorat s'intéresse au rôle joué par l'innovation au niveau de l'entreprise dans la création d'emplois satisfaisants en Afrique subsaharienne.

**Chiao-Ling Chien**, née en 1975, est chercheuse à l'Institut de statistique de l'UNESCO depuis 2008. Elle a codirigé et coécrit plusieurs publications de l'institut portant sur des sujets variés tels que la mobilité internationale des étudiants et l'accès à l'enseignement supérieur. Elle est titulaire d'un doctorat en politique et administration de l'enseignement supérieur délivré par l'Université du Minnesota (États-Unis).

**Hugo Hollanders**, né en 1967 aux Pays-Bas, est économiste et chercheur à l'UNU-MERIT (Université de Maastricht), aux Pays-Bas. Il possède plus de quinze ans d'expérience dans l'étude et la statistique de l'innovation. Il s'occupe essentiellement de projets de recherche financés par la Commission européenne. Il est notamment l'auteur principal du rapport sur le Tableau de bord de l'Union de l'innovation.

**Luciana Marins**, née en 1981 au Brésil, a rejoint l'Institut de statistique de l'UNESCO en 2010, au sein duquel elle est chargée de l'analyse des données et de la structuration de l'étude globale des statistiques de l'innovation dont il est question dans le présent chapitre. Elle est titulaire d'un doctorat en administration et gestion des entreprises et innovation commerciale délivré par l'Université fédérale du Rio Grande do Sul (Brésil).

**Martin Schaaper**, né en 1967 aux Pays-Bas, est directeur de l'Unité de la science, de la technologie et de l'innovation et de l'Unité de la communication et de l'information de l'Institut de statistique de l'UNESCO. Il possède un master en économétrie obtenu à l'Université Érasme de Rotterdam (Pays-Bas).

**Bart Verspagen**, né en 1966 aux Pays-Bas, est le directeur de l'UNU-MERIT. Il a obtenu un doctorat à l'Université de Maastricht et est titulaire d'un doctorat *honoris causa* décerné par l'Université d'Oslo. Ses travaux de recherche se concentrent sur l'économie de l'innovation et des nouvelles technologies, ainsi que sur le rôle joué par la technologie dans le commerce international et dans les écarts de croissance au niveau mondial.