

9

COMPARAISON DE LA PRODUCTIVITÉ SCIENTIFIQUE DU LUXEMBOURG

avec l'Allemagne, la France et la Belgique

Cette contribution compare le système d'enseignement supérieur et scientifique luxembourgeois avec celui de trois autres États membres de l'Union européenne : l'Allemagne, la France et la Belgique. La production scientifique est mesurée à l'aide d'articles de revues scientifiques à comité de lecture tirés du *Web of Science Citation Index Expanded (SCIE)* fourni par Thomson Reuters (aujourd'hui *Clarivate Analytics*).

Une comparaison des quatre secteurs universitaires montre que l'Allemagne et la Belgique, avec leurs universités internationales et axées sur la recherche, ont un degré d'institutionnalisation beaucoup plus élevé que la France et le Luxembourg. Une comparaison des secteurs scientifiques non universitaires révèle un degré élevé de différenciation en Allemagne et en France, par rapport à la Belgique et au Luxembourg. Au Luxembourg, la recherche est variée, performante, et a une portée internationale.

L'Europe est considérée comme le cœur de la productivité scientifique entre l'Amérique du Nord et l'Asie (orientale), car elle abrite les plus anciennes universités de recherche et d'autres importantes formes d'organisations scientifiques. Celles-ci ont servi et servent encore souvent de modèle au développement de nouveaux systèmes d'enseignement supérieur et scientifique dans le monde entier. Les pays européens investissent des sommes importantes dans le développement de leurs systèmes d'enseignement supérieur et scientifique ainsi que dans la recherche, considérés comme une source d'innovation et une garantie pour l'avenir. Les universités sont des espaces d'apprentissage multiculturels et intergénérationnels qui offrent les conditions nécessaires aux découvertes scientifiques et aux développements technologiques tels qu'Internet, qui a fondamentalement changé la mise en réseau et la coopération à l'échelle mondiale, et pas uniquement entre scientifiques. Cette institutionnalisation s'est traduite au fil des décennies par un nombre croissant d'étudiants et de scientifiques, une amélioration des infrastructures de recherche et de solides réseaux interculturels ainsi que de fortes coopérations scientifiques. Le résultat est un accroissement considérable, voire exponentiel, de la production scientifique, notamment sous la forme de publications dans des revues à comité de lecture dans les domaines des mathématiques, de l'ingénierie, des sciences naturelles, de la technologie et de la médecine (cf. Powell, Baker, Fernandez 2017).

Cette contribution compare le système d'enseignement supérieur et scientifique luxembourgeois avec celui de trois autres États membres de l'Union européenne : l'Allemagne, la France et la Belgique. Ces pays voisins diffèrent quant à la taille et à l'institutionnalisation de leurs systèmes d'enseignement supérieur et scientifique, ainsi qu'à leur production scientifique en termes absolus et relatifs (cf. Powell, Dusdal 2017a). Ces points seront examinés sur la base de l'évolution historique et actuelle des systèmes d'enseignement supérieur et scientifique. Ensemble, les pays étudiés contribuent de manière significative à la production scientifique européenne, car les scientifiques employés dans ces pays et disposant d'un important réseau international, publient un grand nombre d'articles. À l'heure actuelle, la moitié des dix pays les plus productifs dans ces domaines scientifiques se trouve en Europe, à savoir : l'Allemagne (environ 80 000

contributions en 2011), le Royaume-Uni (74 000), la France (57 000), l'Italie (46 000) et l'Espagne (41 000). Les autres centres de recherche sont l'Amérique du Nord avec les États-Unis (282 000) et le Canada (46 000), ainsi que l'Asie orientale avec la Chine (153 000), le Japon (69 000) et l'Inde (43 000) (voir Powell et al. 2017). L'Europe est ainsi aujourd'hui encore le centre scientifique mondial.

Au sein de l'Europe, ces pays sont non seulement liés entre eux par leur appartenance à l'Union européenne et leur voisinage direct, mais également par la gouvernance étatique à plusieurs niveaux, la participation à un grand nombre de programmes communs d'éducation et de (financement de la) recherche, la mise en place d'un espace européen commun de l'enseignement supérieur (Powell, Bernhard, Graf 2012) et le réseau « Université de la Grande Région » (www.uni-gr.eu). Les pays sélectionnés se différencient de par leurs langues (allemand, flamand, français et luxembourgeois), leurs cultures, leur nombre d'habitants, leur localisation géographique et leur taille, ainsi que de par les ressources et les infrastructures mises à la disposition de l'éducation et de la science. L'enseignement supérieur et la recherche scientifique, la production et la diffusion des connaissances scientifiques dans la *lingua franca* d'aujourd'hui, l'anglais, sont des activités mondiales. Parallèlement au déplacement du centre mondial de la productivité scientifique de la France vers 1800, à l'Allemagne à partir de 1840 puis aux États-Unis après les guerres mondiales, la langue scientifique dominante est passée du français à l'allemand avant de céder la place à l'anglais qui est aujourd'hui le vecteur commun (nécessaire) pour les échanges scientifiques, en particulier dans le domaine des sciences naturelles et techniques. Le multilinguisme vécu au Luxembourg se reflète également dans le trilinguisme de son université de recherche. En tant que l'une des rares universités trilingues au monde, elle joue un rôle particulier dans la traduction des approches et des résultats scientifiques.

Dans cet article, nous mesurerons la production scientifique à l'aide d'articles publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture tirés du *Web of Science Citation Index Expanded* (SCIE) fourni par Thomson Reuters (aujourd'hui *Clarivate Analytics*). L'ampleur de la production scientifique varie, parfois de manière inattendue, en fonction des structures institutionnelles des systèmes →

Les universités constituent un espace d'apprentissage multiculturel et offrent les conditions nécessaires aux découvertes scientifiques et aux développements technologiques.

L'Université du Luxembourg est l'une des rares universités trilingues au monde, ce qui l'amène à jouer un rôle particulier dans la traduction des approches et des résultats scientifiques.

→ d'enseignement supérieur et scientifique. Des modèles de productivité scientifique aussi bien stables que dynamiques ont été identifiés au Luxembourg, en Allemagne, en France et en Belgique.⁴¹ La base empirique des analyses différenciées repose sur une période de recherche de plus d'un siècle et couvre la période allant de 1900 à 2010. Nos résultats montrent, surtout au cours des dernières décennies, une tendance très nette de croissance scientifique exponentielle. Ce n'est qu'à travers la longue période de temps considérée dans cette étude unique que différentes voies d'institutionnalisation peuvent être identifiées, illustrant les conditions nécessaires à une croissance scientifique continue, mais variable, dans les principaux pays européens. Aujourd'hui, tous les pays investissent massivement dans la recherche et le développement (R&D) et dans l'expansion de leurs systèmes d'enseignement supérieur qui sont de plus en plus internationalisés. Dans les quatre cas, l'augmentation de la productivité scientifique est le résultat de programmes de recherche gouvernementaux exceptionnels et d'investissements à plusieurs niveaux dans l'éducation et la science. Outre une forte croissance, nous constatons toutefois des différences importantes en chiffres absolus et par habitant.

L'internationalisation et l'euro-péanisation de l'enseignement supérieur se sont accompagnées d'un accroissement exponentiel de la concurrence régionale, nationale et organisationnelle et, en même temps, d'une coopération entre scientifiques.

9.1 | Internationalisation de la productivité scientifique

En Europe comme dans le reste du monde, l'influence supranationale croît, ce qui se traduit par des processus d'alignement intergouvernementaux tels que le processus de Bologne visant à créer un espace européen de l'enseignement supérieur, les programmes influents de financement de la recherche de l'UE (tel qu'Horizon 2020) et les organisations promouvant la recherche d'excellence au niveau européen comme le Conseil européen de la recherche (Hönlig 2017). L'internationalisation et l'euro-péanisation continues de la science et de l'enseignement supérieur se sont accompagnées d'un accroissement exponentiel de la concurrence régionale, nationale et organisationnelle et, en même temps, d'une coopération entre scientifiques (Powell et al. 2017). Cela s'exprime avant tout par une forte diffusion des idées et des normes scientifiques au niveau mondial (Drori et al. 2003). L'évolution mentionnée ci-dessus, c'est-à-dire que la quasi-totalité des pays à travers le monde investit dans les universités de recherche (Baker 2014), se reflète dans l'expansion mondiale continue de l'enseignement supérieur (Schofer, Meyer 2005). Malgré une expansion mondiale, des pressions grandissantes en faveur de l'harmonisation ainsi que l'internationalisation croissante des universités de recherche, qui suivent un *emerging global model* (Baker 2014), les analyses institutionnelles comparatives montrent que des différences persistent entre les systèmes d'enseignement supérieur et scientifique (figure 45). Dans le monde entier, le nombre de publications rédigées par des chercheurs universitaires augmente.

⁴¹ Un ensemble de données mondiales issues des revues scientifiques de 1900 à 2011 a été édité, recodé et finalement analysé dans le cadre du projet de recherche international *Science Productivity, Higher Education, Research & Development, and the Knowledge Society* (SPHERE). La base de données est constituée d'une base de données historique exhaustive qui a été retravaillée par les auteurs. Un échantillon aléatoire stratifié d'articles de revue publiés dans les domaines des mathématiques, de l'ingénierie, des sciences naturelles, de la technologie et de la médecine a été élaboré. Une analyse systématique du développement des systèmes d'enseignement supérieur et scientifique ainsi que du développement des capacités scientifiques a été effectuée grâce à la combinaison d'études de cas provenant d'Amérique du Nord (États-Unis), d'Europe (Belgique, Allemagne, France, Royaume-Uni et Luxembourg), d'Asie (Chine, Japon, Corée, Taiwan) et du Moyen-Orient (Qatar). Ce n'est qu'en examinant une période historique complète que les résultats obtenus peuvent donner un aperçu de la croissance mondiale de la productivité scientifique. Le projet SPHERE a été financé par le *Qatar National Research Fund* (membre de la *Qatar Foundation*) sous le numéro de projet suivant : NPRP grant #5-1021-5-159. Les auteurs sont seuls responsables des résultats présentés ici.

		Institutionnalisation d'universités de recherche	
		élevé	faible
Institutionnalisation d'instituts de recherche	élevé	<p>Allemagne</p> <p>Université de recherche (n=126) ; Associations d'instituts de recherche (n=256 en FhG, HGF, MPG, WGL)</p>	<p>France</p> <p>Université de recherche (n=79) ; Centre national de la recherche scientifique (n=100 « research structures »)</p>
	faible	<p>Belgique</p> <p>Universités de recherche (n=13) ; différents instituts de recherche et parcs scientifiques</p>	<p>Luxembourg</p> <p>Université de recherche (n=1) ; Instituts de recherche (Centres de Recherche publics, n=3)</p>

Source : Powell, Dusdal 2017a: 420.

Fig 45 L'institutionnalisation des universités de recherche et des instituts de recherche non universitaires en Allemagne, en France, en Belgique et au Luxembourg

9.2 Les systèmes d'enseignement supérieur et scientifique différent en termes de taille et d'étendue

Les quatre pays diffèrent par la taille, la portée et la structure de leurs systèmes d'enseignement supérieur et scientifique ainsi que par les voies de développement de leurs universités et instituts de recherche non universitaires (Powell, Dusdal 2017a). Tandis que le Luxembourg a fondé l'une des plus jeunes universités de recherche d'Europe en 2003, la Belgique, l'Allemagne et la France possèdent des universités de recherche vieilles de plusieurs siècles et de renommée mondiale, jouissant d'une excellente réputation dans le monde entier. Parmi les universités les plus anciennes et les plus axées sur la recherche au monde se trouvent l'Université de Paris-Sorbonne, fondée vers 1150, l'Université Ruprecht-Karl de Heidelberg, fondée en 1386, et l'Université catholique de Louvain/Katholieke Universiteit Leuven, fondée en 1425. Ces trois universités partagent certaines caractéristiques comme la mise en réseau mondiale et la publication d'un grand nombre d'articles dans les revues. Outre le secteur universitaire, l'Allemagne et la France en particulier ont mis en place de solides instituts de recherche non universitaires, souvent regroupés au sein d'organisations faitières de plus grande envergure et qui contribuent de manière significative à la production scientifique du pays pour la recherche de pointe au niveau mondial, telles que le Centre national de la recherche scien-

tifique (CNRS) en France et la société Max-Planck pour le développement des sciences (Max-Planck-Gesellschaft, MPG) en Allemagne, la première ayant tendance à investir dans des équipes de recherche plus petites et la seconde dans des instituts indépendants. En Belgique et en Allemagne notamment, les universités de recherche sont considérées comme des moteurs de production de connaissances scientifiques sous forme d'articles de revues. En France, mais aussi au Luxembourg, les instituts de recherche non universitaires ou les centres de recherche nationaux se sont imposés, au fil du temps, à la pointe des publications dans les domaines des mathématiques, de l'ingénierie, des sciences naturelles, de la technologie et de la médecine, mais les universités des deux pays rattrapent leur retard en nombre absolu de publications.

D'autre part, une comparaison des investissements en R&D révèle de nettes différences entre les pays. Les dépenses consacrées au R&D (DIRD), exprimées en pourcentage du PIB – appelées « l'intensité de la recherche » – se sont élevées à 2,3 % en moyenne dans l'OCDE en 2008, soit deux ans avant la publication des dernières données prises en compte dans cette analyse, alors que la moyenne des pays de l'UE-15 n'était que de 1,91 %. L'Allemagne a augmenté ses investissements en R&D à 2,6 % →

→ et la France a connu des taux d'investissement relativement stables de plus de 2 % depuis 2000 (2,1 % en 2008). La Belgique a investi 1,9 %, soit un peu moins que les valeurs de la France, mais bien en deçà de celles de l'Allemagne. Avec une moyenne de 1,64 %, le Luxembourg est le dernier des quatre pays du classement et a le moins investi en R&D en 2008. Au cours de la dernière décennie, les investissements en R&D ont augmenté, mais aucun des quatre pays voisins n'a jusqu'à présent été en mesure d'atteindre l'objectif européen d'investissement dans les innovations de 3 % à l'horizon 2020. Les investissements varient donc de deux points de pourcentage entre les pays. Les chiffres actuels montrent que le Luxembourg enregistre, par rapport à la plupart des autres pays européens, une diminution de l'intensité de la recherche entre 2005 et 2015 pour atteindre 1,3 % ce qui est inférieur à la moitié du niveau cible, en raison notamment d'un

manque d'investissements de la part de l'industrie. Ceci est dû au fait que relativement peu de grandes entreprises, celles qui réalisent davantage de dépenses de ce type, sont présentes dans le pays (La Fondation IDEEA asbl 2017 : 7).

Les études de cas ont également été sélectionnées sur la base d'une institutionnalisation différente des structures organisationnelles dans les systèmes d'enseignement supérieur et scientifique étudiés. Une comparaison des quatre secteurs universitaires montre que l'Allemagne et la Belgique, avec leurs universités internationales et axées sur la recherche, ont un degré d'institutionnalisation beaucoup plus élevé que la France et le Luxembourg. En revanche, une comparaison des secteurs non universitaires révèle un degré élevé de différenciation entre l'Allemagne et la France par rapport à la Belgique et au Luxembourg.

9.3 | L'université de recherche luxembourgeoise, principal pilier de la productivité scientifique

Le Luxembourg se caractérise par une exceptionnelle diversité culturelle. Avec un secteur financier fort, un faible taux de chômage et l'accueil de quelques institutions de l'Union européenne, le Luxembourg a l'un des PIB par habitant les plus élevés du monde. Pendant des siècles, le petit Grand-Duché a été influencé par les pays voisins. Avant la création de l'Université du Luxembourg financée par l'État, il dépendait de l'expertise et de l'infrastructure de ses voisins dans l'enseignement supérieur et la recherche (Rohstock, Schreiber 2012). Le Luxembourg est un pays très varié et en pleine croissance d'un point de vue social et démographique, mais également sur le plan du développement de son système d'enseignement supérieur et scientifique (Meyer 2008). La construction du nouveau campus sur le site d'une aciérie désaffectée à la frontière française montre le lien étroit entre un site industriel traditionnel et la mutation en cours vers une « société de la connaissance » (Powell 2012 : 102). La création de la Cité des Sciences dans le sud industriel du pays au début des années 2000, a constitué l'un des plus

grands projets d'infrastructure européens ayant reçu un budget de près d'un milliard d'euros à ce jour. Le regroupement de l'Université du Luxembourg, des instituts de recherche non universitaires et des entreprises dans ce lieu encourage la fusion de la recherche et l'enseignement, de l'économie et de l'innovation – le triangle de la connaissance se constitue – (OCDE 2016 : 26f).

L'expansion de l'Université du Luxembourg est perçue comme une réponse à l'évolution des normes mondiales et des développements économiques. Le Luxembourg a profité de son succès économique pour assurer sa prospérité à long terme grâce au développement de l'éducation et des sciences. Le Luxembourg a développé sa capacité scientifique par le biais d'instituts de recherche non universitaires et d'une université de recherche centrale ainsi que par l'intermédiaire de ses diverses organisations antérieures (Harmsen, Powell in press). En conséquence, la productivité scientifique du pays a énormément augmenté au cours des 25 dernières années.

L'Université du Luxembourg est au cœur du système d'enseignement supérieur et scientifique qui est petit et varié. Elle est complétée par des instituts de recherche non universitaires et des instituts médicaux menant des recherches dans différents domaines (cf. Meyer 2008 ; Powell 2015 ; OCDE 2016 ; La Fondation IDEA asbl 2017).⁴² En 2015, les deux centres de recherche financés par des fonds publics « Henry Tudor » et « Gabriel Lippmann » ont fusionné pour former le nouveau *Luxembourg Institute of Science and Technology* (LIST), créé afin d'obtenir une plus grande visibilité scientifique à l'intérieur et à l'extérieur du pays. Quelques années auparavant, un contrat avait déjà été conclu entre l'Université du Luxembourg et des instituts de recherche non universitaires afin de développer certains domaines de recherche et de renforcer l'économie du pays. Dans le cadre du consortium 3LIU, l'Université du Luxembourg s'est associée au LIST, au *Luxembourg Institute of Socio-Economic Research* (LISER) et au *Luxembourg Institute of Health* (LIH) (Powell, Dusdal 2017a : 428). Ce dernier est une forme d'organisation hybride issue du Centre national de recherche public en santé (CRP Santé) et de la *Integrated Biobank of Luxembourg*. Le LIS Data Center et Eurostat hébergent d'autres infrastructures de données utilisées à l'échelle mondiale. Malgré la petite taille du pays, la recherche y est donc variée, efficace et particulièrement internationale.

En janvier 2018, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a décidé, avec les responsables de l'Université et des trois grands centres de recherche LIST, LIH et LISER, d'investir au total 1,4 milliard d'euros dans la recherche au cours des 4 prochaines années. Cela représente une augmentation de 25 % par rapport à la période 2014-2017. L'Université recevra 767 millions d'euros, soit 178 millions de plus qu'au cours de la dernière période contractuelle. Le LIST reçoit 186 millions d'euros, le LIH 150 millions d'euros et le LISER 47 millions d'euros. En outre, l'organisation de promotion de la recherche, le Fonds national de la recherche, recevra 265 millions d'euros de ressources financières supplémentaires, soit une augmentation de 11 %. Si les établissements décrochent des fonds de recherche européens octroyés dans le cadre du programme de financement de la recherche HORIZON 2020, ils peuvent recevoir 20,5 millions d'euros de primes pour performances exceptionnelles. Afin d'obtenir les financements, les institutions sont tenues de publier leurs résultats de recherche dans des revues scientifiques, de coopérer plus étroitement entre elles (par exemple sous la forme de publications conjointes) et de collecter 433 millions d'euros de financements externes (MESR 2018, Luxemburger Wort 2018). Le véritable impact économique de ces investissements doit être étudié.

Malgré la petite taille du pays, la recherche y est variée, efficace et particulièrement internationale.

⁴² Vous trouverez une description détaillée de l'enseignement supérieur et de la recherche au Luxembourg ainsi que des principales organisations dans la contribution de Justin J. W. Powell dans le Rapport sur l'éducation au Luxembourg 2015 (Powell 2015).

9.4 | La symbiose allemande : des universités et des instituts de recherche non universitaires solides

Le système d'enseignement supérieur allemand se caractérise d'une part par le regroupement de la recherche et de l'enseignement et, d'autre part, par la dualité des universités de recherche et des centaines d'instituts de recherche non universitaires.

Le système allemand d'enseignement supérieur et scientifique se compose de 126 grandes universités de recherche et d'environ 300 instituts de recherche non universitaires, regroupés pour l'essentiel en quatre grandes organisations faitières (les centres de recherche Max Planck, Fraunhofer, Leibniz et Helmholtz), ainsi que de 232 hautes écoles spécialisées et 51 hautes écoles d'art et de musique. Bien que le système universitaire soit sous-financé depuis des décennies (Lenhardt 2005 ; Baker 2014), les universités comptent toujours parmi les plus productives. Le modèle de recherche et de science universitaire humboldtien est l'un des concepts les plus anciens et les plus influents d'organisation de l'enseignement supérieur dans le monde. Son mythe (Ash 1999) a eu des effets imprévus et décisifs sur la science, malgré les transformations en cours comme la réunification de 1990 (Pritchard 2006). Bien que son principe fondamental, le regroupement de la recherche et de l'enseignement, ait attiré l'attention du monde entier, cette relation reste complexe non seulement au sein des organisations, mais aussi entre les domaines organisationnels de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Le succès de l'introduction de l'enseignement fondé sur la recherche dans les universités repose sur les principes de liberté académique et d'autonomie des universités, de la croissance institutionnelle et organisationnelle et de l'universalité (Ben-David [1977] 1992). Avec des investissements annuels en R&D parmi les plus élevés d'Europe, le financement provient principalement du Ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF). La recherche par projet est principalement financée par la fondation allemande pour la recherche (Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG). En outre, la Commission européenne et plus de 16 000 fondations contribuent au financement de la R&D en Allemagne (Hinze 2016). La dualité des universités de masse et des instituts de recherche indépendants en Allemagne a entraîné et continue d'entraîner une croissance soutenue et extraordinaire de la production scientifique au fil du temps. L'université conserve sa position centrale en tant que moteur de la productivité scientifique, même si le soutien financier de l'État ne suit pas l'augmentation du nombre d'étudiants et des attentes de la société.



9.5 | La France entre recherche de pointe non universitaire et formation de l'élite dirigeante française

Le système d'enseignement supérieur et scientifique français est stratifié et son organisation est caractérisée par un enseignement supérieur élitiste et professionnel, des hiérarchies et des difficultés d'accès : la séparation entre Grandes écoles et universités ou la division entre segments sélectifs et non sélectifs. De plus, les scientifiques travaillant au prestigieux Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ou à l'Académie nationale des sciences occupent le sommet tandis que les universitaires sont tout au bas de l'échelle (Musselin 2017). Le système d'enseignement supérieur très différencié comprend à la fois des universités qui mettent fortement l'accent sur la recherche et d'autres qui se concentrent principalement sur l'enseignement. Elles sont

en concurrence avec les Grandes écoles spécialisées pour la formation des élites françaises et qui sont considérées comme la forge des dirigeants politiques et économiques. Dans le domaine de la recherche, ce sont les centres de recherche nationaux, et en particulier le CNRS, qui dominent, même si de nombreux scientifiques qu'ils emploient travaillent physiquement dans les laboratoires de recherche des universités. Aujourd'hui, les universités françaises sont de plus en plus organisées en consortiums pour renforcer leurs réseaux et coopérer avec d'autres formes d'organisation, par exemple dans le pôle de Paris-Saclay. Néanmoins, la recherche et l'enseignement sont moins étroitement liés en France qu'en Allemagne.

Le système d'enseignement supérieur et scientifique français est stratifié et son organisation est caractérisée par un enseignement supérieur élitiste et professionnel, des hiérarchies et des difficultés d'accès.



9.6 | Belgique : des universités de recherche fortes dans un environnement social et politique conflictuel

L'analyse de la Belgique montre des changements profonds dans ses systèmes d'enseignement supérieur et scientifique qui résultent d'interventions européennes et nationales. En Belgique, une dynamique considérable est visible, reposant sur sa division interne en raison des anciennes différences religieuses et linguistiques et des frontières géographiques. Malgré la position de Bruxelles comme principale capitale européenne, la Belgique est confrontée à des défis politiques pour le maintien d'un État nation fonctionnel. Les universités de recherche du pays reflètent ces défis, car la Belgique est divisée en communautés linguistiques qui sont également responsables de l'enseignement supérieur et de la politique scientifique. Contrairement à la très petite communauté germanophone, les deux plus

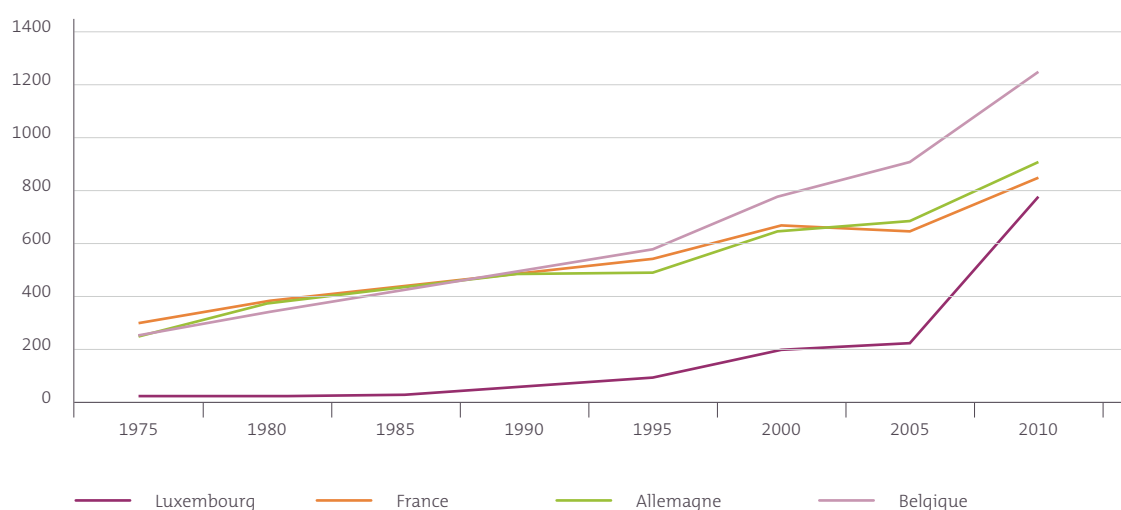
grandes communautés, la communauté française et la communauté flamande ont leurs propres universités (Dassen, Luijten-Lub 2007: 9f). La Belgique est toutefois divisée en trois régions : la Flandre, la Wallonie et la région de Bruxelles-capitale, où les deux communautés linguistiques se chevauchent et où des universités séparées ont été créées (METRIS 2012). Bien que la Belgique compte également un petit nombre d'instituts de recherche non universitaires, l'université est la forme d'organisation la plus importante contribuant à la production de connaissances scientifiques (Huisman, Mampaey 2016). Ce sont essentiellement les universités de recherche internationalisées qui dépassent les lignes de conflit sociales et politiques et assurent la forte productivité scientifique de la Belgique.

9.7 | Comparaison de la productivité scientifique

Nos analyses à travers le temps et entre les pays montrent que le Luxembourg, l'Allemagne, la France et la Belgique, en tant que petits et grands pays voisins et tous membres de l'Union européenne, ont des systèmes d'enseignement supérieur et scientifique développés différemment. Ils ont des modalités différentes de distribution des fonds de recherche et développement. Leurs systèmes d'enseignement supérieur et scientifique reflètent des parcours institutionnels différents et se caractérisent par une combinaison unique d'universités de recherche et d'instituts de recherche non universitaires qui contribuent de façon plus ou moins importante à la production scientifique. Cependant, l'université constitue (de plus en plus) la forme d'organisation la plus importante dans ces pays.

Lorsque l'on compare des pays de tailles géographiques différentes, il est impératif de tenir compte des différences dans la portée de leurs systèmes d'enseignement supérieur et scientifique. Le calcul du nombre absolu de publications n'est donc pas pertinent pour mesurer de façon fiable la productivité scientifique sous la forme d'articles de revues à comité de lecture. C'est pourquoi la base de données du SCIE calcule un nombre de publications par million d'habitants (voir la figure 46). La force scientifique remarquable de l'Allemagne, qui a persisté même au temps de la division de l'Allemagne en RDA et en RFA, est toujours une réalité. La Belgique, avec ses universités de recherche et ses quelques instituts de recherche non universitaires à vocation internationale, a toutefois la plus haute productivité scientifique par habitant. Elle est suivie par

l'Allemagne et la France, toutes deux à des niveaux relativement constants. Le système d'enseignement supérieur et scientifique luxembourgeois, en plein essor, avec son expansion tardive, mais intensive de l'université, publie de plus en plus d'articles scientifiques dans les principales revues.



Source : OECD.stat. (2017) : Main Science and Technology Indicators. Données : 13/11/2017 ; SPHERE base de données des publications du SCIE (Thomson Reuters *Web of Science*).

Fig 46 Productivité scientifique (SCIE) par million d'habitants, 1975-2010

Une comparaison historique des chiffres absolus de publication pour tous les pays montre l'expansion spectaculaire de l'enseignement supérieur et de la recherche. Depuis les années 1980, le nombre d'articles dans les revues scientifiques dans les domaines des mathématiques, de l'ingénierie, des sciences naturelles, de la technologie et de la médecine a considérablement augmenté dans les quatre pays. Même si l'Allemagne est de loin le pays qui investit le plus dans la R&D, suivi de la France, de la Belgique et du Luxembourg, aucun des quatre pays n'atteint l'objectif de 3 % fixé par l'UE (OECD.stat 2017). Toutefois, les ressources financières ne peuvent pas à elles seules expliquer totalement l'expansion de la production

scientifique ou les différences entre les pays. Bien que le Luxembourg investisse, en pourcentage du PIB, moins que ses voisins dans la R&D, il a accru efficacement sa capacité scientifique dans des domaines stratégiques. Grâce à des investissements ciblés, l'Allemagne a pu se remettre avec succès des effets de la réunification sur le système d'enseignement supérieur et scientifique, mais elle n'a pas réussi à retrouver la position de leader qu'elle occupait parmi les pays d'Europe occidentale étudiés avant la réunification en 1990.

Une comparaison des contributions des différentes formes d'organisation à la productivité scientifique montre que les pays étudiés ont →

Le Luxembourg investit, en pourcentage du PIB, moins dans la R&D que ses voisins. Néanmoins, il a pu développer efficacement sa capacité scientifique dans des domaines stratégiques.

→ publié leurs articles dans des revues scientifiques faisant partie de systèmes d'enseignement supérieur et scientifique séparés et différemment institutionnalisés. L'Allemagne, avec ses universités de recherche réputées et ses instituts de recherche non universitaires puissants, produit plus d'articles de revues scientifiques que l'ensemble des organisations comparables de France, de Belgique et du Luxembourg. La France s'appuie sur un plus petit nombre d'universités fortes qui se concentrent sur l'enseignement académique, auxquelles s'ajoutent des instituts de recherche non universitaires bien établis et d'autres formes d'organisation, dont les unités influentes et très productives du CNRS. Mesurée en chiffres absolus de production, la France suit le leader allemand. La capacité scientifique de la Belgique repose sur un petit nombre d'instituts de recherche non universitaires et sur un petit groupe d'universités de recherche importantes et hautement internationalisées. Le pays est en tête de la production scientifique par habitant.

Notre principal résultat montre que l'institutionnalisation des universités de recherche et le développement du secteur universitaire favorisent une productivité scientifique élevée (cf. Powell et al. 2017, Dusdal 2018), comme cela a été confirmé dans le cas de la Grande-Bretagne, avec un fort accent placé sur la recherche universitaire (Dusdal & Powell 2017b). Dans les faits, les grands systèmes à structure large et duale avec un secteur de la recherche non universitaire très institutionnalisé, comme la France et l'Allemagne, ont une production scientifique par habitant inférieure à celle de la Belgique avec ses universités de recherche bien financées et hautement développées. Le Luxembourg, avec sa très jeune université (fondée en 2003) et ses différents instituts de recherche, rattrape très rapidement son retard en matière de production scientifique. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle les petits pays peuvent utiliser un avantage dans leur adaptation (Meyer

2008). Les petits pays européens où la recherche fondamentale est principalement menée dans les universités sont relativement plus productifs que les pays de taille moyenne, ou même plus grande, avec un secteur non universitaire fort et très bien financé (May 1997). Cole et Phelan (1999) affirment que la prospérité a un impact fort sur la production scientifique d'un pays, sans pour autant en être la seule influence. La proportion de scientifiques par rapport à la population active totale dans ces pays ne varie que légèrement, de 9,7 pour 1 000 actifs en Belgique, à 9,2 en France, 8,6 au Luxembourg et 8,4 en Allemagne (OECD.stat. 2017). Cela signifie que les différences de productivité scientifique dans ces quatre pays européens ne peuvent pas s'expliquer entièrement par des différences dans les investissements en R&D ou dans le nombre de chercheurs employés. Au contraire, l'institutionnalisation et la répartition des formes d'organisation dans lesquelles les recherches sont menées et finalement publiées, ainsi que le développement de coopérations internationales de recherche, jouent un rôle décisif dans la production de résultats scientifiques (voir aussi en détail l'exemple de l'Allemagne ; Dusdal 2018).

En résumé, la productivité scientifique du centre de l'Europe affiche au cours des dernières décennies une croissance extraordinaire et durable, voire exponentielle, qui repose sur l'institutionnalisation continue des universités de recherche et des instituts de recherche non universitaires, ainsi que sur leur intégration dans les réseaux régionaux et mondiaux de coopération scientifique. Le développement de la communication scientifique par le biais des revues scientifiques repose sur une concurrence et une coopération nationales et internationales croissantes dans les domaines des mathématiques, de l'ingénierie, des sciences naturelles, de la technologie et de la médecine. Le fait que l'Europe soit le centre mondial de la productivité scientifique stimule la croissance de la productivité scientifique mondiale. ●

L'institutionnalisation des universités de recherche et l'expansion du secteur universitaire favorisent une productivité scientifique élevée.

Références

- Ash, M. G. (Hrsg.) 1999. *Mythos Humboldt*. Vienna: Böhlau.
- Baker, D. P. 2014. *The Schooled Society: The Educational Transformation of Culture*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Ben-David, J. 1977/1992. *Centers of Learning*. Britain, France, Germany, United States. New Brunswick, NJ: Transaction.
- Cole, S. & T. J. Phelan. 1999. The Scientific Productivity of Nations. *Minerva* 37: 1–23.
- Dassen, A. & A. Luijten-Lub. 2007. *Higher Education in Flanders*. Country Report. Enschede, NL: CHEPS.
- Drori, G. S., J. W. Meyer, F. O. Ramirez, & E. Schofer. 2003. *Science in the Modern World Polity*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Dusdal, J. 2018. Welche Organisationsformen produzieren Wissenschaft? Zum Verhältnis von Hochschule und Wissenschaft in Deutschland. Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag.
- Harmsen, R. & J. J. W. Powell. 2018. Higher Education Systems and Institutions, Luxembourg. In: J. C. Shin & P. Teixeira (Ed.), *Encyclopedia of International Higher Education Systems and Institutions*. Heidelberg: Springer Science+Business Media.
- Hinze, S. 2016. *Forschungsförderung und ihre Finanzierung*. In: Simon, D., Knie, A., Hornbostel, S. & K. Zimmermann (Ed.) *Handbuch Wissenschaftspolitik*. 2. Aufl. Wiesbaden: VS.
- Höning, B. 2017. *Europe's New Scientific Elite. Social Mechanisms of Science in the European Research Area*. Abingdon: Routledge.
- Huisman, J. & J. Mampaey. 2016. *Flanders – Introducing Associations in Flemish Higher Education*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- IDEA. 2017. *Recherche, Développement et Innovation: Le Luxembourg „au milieu du gué“*. Idee du Mois No. 18, septembre 2017. Luxembourg: IDEA Fondation asbl.
- Lenhardt, G. 2005. *Hochschulen in Deutschland und in den USA*. Wiesbaden: VS.
- Luxemburger Wort. 2018. *Vierjahreskonventionen. Mehr Geld für die Forschung*. Beitrag vom 11. Januar 2018. Luxembourg: Luxemburger Wort. <https://www.wort.lu/de/politik/vierjahreskonventionen-mehr-geld-fuer-die-forschung-5a576fd2c1097cee25b7bac9>, letzter Zugriff: 5. Februar 2018.
- May, R. M. 1997. The Scientific Wealth of Nations. *Science* 275: 793–796.
- METRIS. 2012. *Social Sciences and Humanities in Belgium*. Country Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Meyer, M. B. 2008. The Dynamics of Science in a Small Country: The Case of Luxembourg. *Science and Public Policy* 35(5): 361–371.
- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR). 2018. *Perspectives prometteuses: 1,44 milliard d'euros pour l'enseignement supérieur et de la recherche pour 2018-2021*. Luxembourg: MESR. http://www.mesr.public.lu/presse/communiqués/2018/JANVIER/Perspectives-prometteuses_-_1_44-milliard-d_euros-pour-l_enseignement-supérieur-et-la-recherche-pour-2018-2021-_11_01_2018_.html, letzter Zugriff: 5. Februar 2018.
- Musselin, C. 2017. *La Grande Course des Universités*. Paris: Presses de Sciences Po.
- OECD. 2016. *OECD Review of Innovation Policy: Luxembourg 2016*. Paris: OECD.
- OECD.stat. 2017. *Main Science and Technology Indicators*. http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB, letzter Zugriff: 13. November 2017.
- Powell, J. J. W. 2012. Small State, Large World, Global University: Comparing Ascendant National Universities in Luxembourg and Qatar. *Current Issues in Comparative Education* 15(1): 100–113.
- Powell, J. J. W. 2015. Hochschulbildung und Forschung in Luxemburg. In: Ministère de l'Éducation nationale de l'Enfance et de la Jeunesse & Université du Luxembourg (Ed.) *Bildungsbericht Luxembourg 2015*. Band 2: *Analysen und Befunde Luxembourg*, 109–118.
- Powell, J. J. W., N. Bernhard, & L. Graf. 2012. The Emergent European Model in Skill Formation: Comparing Higher Education and Vocational Training in the Bologna and Copenhagen Processes. *Sociology of Education* 85(3): 240–258.
- Powell, J. J. W., D. P. Baker & F. Fernandez (Hrsg.). 2017. *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University*. Bingley, UK: Emerald Publishing.
- Powell, J. J. W. & J. Dusdal. 2017a. Science Production in Germany, France, Belgium, and Luxembourg: Comparing the Contributions of Research Universities and Institutes to Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Health. *Minerva*, 55: 413–434. DOI 10.1007/s11024-017-9327-z.
- Powell, J. J. W. & J. Dusdal. 2017b. The European Center of Science Productivity: Research Universities and Institutes in France, Germany, and the United Kingdom. In Powell, J. J. W., D. P. Baker & F. Fernandez (Ed.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University, International Perspectives on Education and Society*. Band 33. Bingley, UK: Emerald Publishing: 55–84.
- Powell, J. J. W., F. Fernandez, J. T. Crist, J. Dusdal, L. Zhang, & D. P. Baker. 2017. Introduction: The Worldwide Triumph of the Research University and Globalizing Science. In: Powell, J. J. W., D. P. Baker & F. Fernandez (Ed.) *The Century of Science: The Global Triumph of the Research University, International Perspectives on Education & Society*, vol. 33. Bingley, UK: Emerald Publishing, 1–36.
- Pritchard, R. O. M. 2006. Trends in the Restructuring of German Universities. *Comparative Education Review* 50(1): 90–112.
- Rohstock, A. & C. Schreiber. 2012. The Grand Duchy on the Grand Tour: A Historical Study of Student Migration in Luxembourg. *Paedagogica Historica* 49(2): 174–193.
- Schofer, E., & J. W. Meyer. 2005. The Worldwide Expansion of Higher Education in the Twentieth Century. *American Sociological Review* 70(6): 898–920.