

PARTIE B : LA RECHERCHE ET L'INNOVATION SUISSES EN COMPARAISON INTERNATIONALE



Depuis 2021, l'Institut de recherche en biomédecine (IRB) de Bellinzone et l'Institut de recherche en oncologie (IOR) occupent ensemble un tout nouveau bâtiment et sont réunis au sein de l'association BIOS+. Ce regroupement leur permet de mieux exploiter les synergies et d'intensifier leur collaboration. La Confédération a participé au financement du nouveau bâtiment avec le canton du Tessin, dans le cadre de la loi sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles. La Confédération soutient les prestations en matière de recherche et d'enseignement en vertu de l'art. 15 de la loi sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation (contributions en faveur d'établissements de recherche d'importance nationale). Les projets menés dans ce contexte concernent entre autres les domaines de l'immunologie et de la recherche sur le cancer. Les chercheurs disposent pour ce faire d'outils et de méthodes ultramodernes.

Photo: Oliver Oettli

Sommaire

Introduction.....	57	8 Activités d'innovation des entreprises	90
1 Conditions-cadres de la recherche et de l'innovation	59	8.1 Créations d'entreprises	90
1.1 Stabilité politique.....	59	8.2 Entreprises présentant des produits innovants	90
1.2 Qualité des infrastructures et de la logistique.....	59	8.3 Part du chiffre d'affaires réalisé avec les produits innovants dans le chiffre d'affaires total des entreprises présentant des produits innovants	90
1.3 Qualité des institutions publiques.....	59	8.4 Nouveautés pour l'entreprise ou pour le marché	91
1.4 Compétitivité numérique.....	59	8.5 Parenthèse: transfert de savoir et de technologie	92
1.5 Charge fiscale des entreprises	60		
1.6 Flexibilité du marché du travail.....	60	9 La Suisse en comparaison avec d'autres régions d'innovation en Europe	97
2 Éducation et qualifications	63	9.1 Dépenses de recherche et développement	97
2.1 Compétences des jeunes en mathématiques, sciences naturelles et lecture	63	9.2 Publications scientifiques	98
2.2 Personnes au bénéfice d'une formation du degré tertiaire.....	63	9.3 Demandes de brevets	99
2.3 Internationalisation du degré tertiaire	64	9.4 Activités d'innovation des entreprises.....	100
3 Personnel actif dans le domaine de la recherche et de l'innovation	68	9.5 Portée des activités à forte intensité de savoir et de recherche	101
3.1 Personnes actives en science et technologie	68	9.6 Conclusion	102
3.2 Personnel de recherche et développement.....	68		
3.3 Les femmes dans la recherche	69		
4 Financement et exécution de la recherche et du développement	72		
4.1 Financement de la recherche et du développement	72		
4.2 Exécution des activités de la recherche et du développement.....	72		
4.3 Accès au capital-risque	73		
5 Participation de la Suisse aux programmes-cadres pour la recherche et l'innovation de l'Union européenne, en particulier à Horizon 2020	76		
5.1 Évolution du nombre des participations suisses et des contributions allouées à des acteurs R-I en Suisse	76		
5.2 Horizon 2020	76		
6 Publications scientifiques	81		
6.1 Volume de publications	81		
6.2 Impact des publications	81		
6.3 Collaborations internationales	81		
7 Brevets.....	85		
7.1 Brevets nationaux et internationaux.....	85		
7.2 Coopérations internationales.....	85		
7.3 Brevets dans les technologies de l'information et de la communication (TIC) et les technologies environnementales	86		

Introduction

Cette partie examine la position internationale de la Suisse en matière de recherche et d'innovation. À cette fin, 52 indicateurs y sont présentés et analysés dans le cadre d'une comparaison entre pays, de même que 17 indicateurs dans le cadre d'une comparaison entre régions.

Précisions concernant le choix des pays, des régions et des indicateurs

Comparaison entre pays

Les pays et les indicateurs étudiés dans les rapports 2016 et 2020 avaient été déterminés en collaboration avec des groupes d'experts des milieux scientifiques, de l'économie privée et de l'administration. La sélection appliquée pour le rapport 2022 s'appuie sur celle du rapport 2020. Compte tenu du fait qu'il s'agit là d'un rapport intermédiaire, le nombre de pays et d'indicateurs pris en compte a néanmoins été revu à la baisse. Le choix des indicateurs à conserver s'est fondé sur la disponibilité des données et leur comparabilité internationale ainsi que sur la nécessité d'assurer un équilibre dans les thématiques abordées.

Comparaison entre régions

Comme dans les précédents rapport R-I (rapports 2016 et 2020 ainsi que dans la mise à jour de 2018), le chapitre consacré à la comparaison entre régions a été rédigé par le Centre de recherche économique européenne (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW) de Mannheim (D). Il est à noter que dans la mise à jour de 2018 et dans le rapport R-I 2020, la comparaison portait non seulement sur des régions européennes, mais aussi sur des régions extraeuropéennes. En raison de la complexité de la collecte des données et comme on peut supposer que la situation n'a pas évolué significativement depuis 2020, la comparaison du présent rapport intermédiaire 2022 ne comprend que des régions d'innovation européennes. Ces dernières sont examinées plus en détail que les régions prises en compte dans le rapport 2020, grâce à 17 indicateurs différents.

Bien que la comparaison avec des régions européennes ne permette pas de conclusions quant au positionnement global de la Suisse dans la compétition entre les régions les plus innovantes du monde, elle est néanmoins pertinente. En effet, la Suisse est en concurrence beaucoup plus directe avec d'autres régions d'innovation européennes, dont plusieurs voisins immédiats (par exemple sur le plan des talents ou des marchés pilote), qu'avec par exemple des régions des États-Unis ou d'Asie orientale. Dans le même temps, les régions d'innovation européennes sont des partenaires importants de la Suisse en matière de science, de recherche et d'innovation. Une analyse des forces et des faiblesses de ces régions est donc significative également pour l'évaluation de la capacité d'innovation de la Suisse.

Comparaison entre pays

Afin de déterminer le positionnement international de la Suisse dans les domaines de la recherche et de l'innovation, douze pays ont été pris en compte :

- Asie : Chine, Singapour, Corée du Sud
- Europe : Allemagne, Autriche, France, Italie (pays voisins de la Suisse), Pays-Bas, Suède, Royaume-Uni, Israël
- Amérique du Nord : États-Unis

Ces pays ont été retenus car ils présentent au moins une des caractéristiques suivantes :

- Ils occupent une position de leader dans les domaines de la science et de la technologie.
- Leur poids économique s'accroît.
- Ils sont comparables à la Suisse du point de vue de leur taille ou de leur niveau de développement.
- Ils constituent des partenaires économiques importants pour la Suisse.

Les moyennes² des pays de l'Union européenne (UE-27)³ et des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)⁴ sont également présentées, lorsque les données correspondantes étaient disponibles.

¹ Dans les chapitres qui suivent, les termes « pays de référence » et « pays comparés » sont utilisés l'un pour l'autre sans distinction.

² Les moyennes de l'UE-27 et de l'OCDE présentées dans le rapport sont, selon les indicateurs, des moyennes pondérées ou des moyennes non pondérées.

³ Les 27 États membres de l'UE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, Chypre, la Croatie, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Italie, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, Malte, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la Roumanie, la Slovaquie, la Slovénie, la Suède et la Tchéquie.

⁴ Les 36 États membres de l'OCDE sont : l'Australie, le Canada, le Chili, la Corée du Sud, les États-Unis, l'Islande, Israël, le Japon, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, la Norvège, le Royaume-Uni, la Suisse, la Turquie ainsi que 22 pays de l'UE (UE-27 hormis la Bulgarie, Chypre, la Croatie, Malte et la Roumanie).

Les chapitres 1 à 8 comparent la Suisse aux pays précités dans huit domaines, qui comprennent chacun plusieurs indicateurs :

- (1) Conditions-cadres
- (2) Éducation et qualifications
- (3) Personnel
- (4) Financement et exécution de la recherche et du développement
- (5) Participation aux programmes-cadres pour la recherche et l'innovation de l'UE
- (6) Publications scientifiques
- (7) Brevets
- (8) Activités d'innovation des entreprises

Comparaison avec des régions d'innovation

La comparaison entre régions complète la comparaison entre pays, dont la pertinence est souvent relative étant donné les différences de taille et de structure des États. Pour un pays relativement petit comme la Suisse, fréquemment contraint de se concentrer sur certains champs d'innovation en raison de ses ressources limitées⁵, la comparaison avec des régions qui présentent des ressources du même ordre et sont également spécialisées dans le domaine de l'innovation peut être particulièrement intéressante.

Du fait des structures qui lui sont propres – économie de petite taille, ouverte, très spécialisée et fondée sur le savoir – et les courtes distances entre les sites majeurs de la recherche et de l'innovation qui la caractérisent, notamment entre les hautes écoles et les centres de recherche et développement des entreprises innovantes, la Suisse peut être considérée comme une seule « région d'innovation ».

Le chapitre 9 compare la Suisse aux six régions d'innovation européennes suivantes :

- Allemagne : Bade-Wurtemberg, Bavière
- France : Île-de-France (grande région de Paris), Rhône-Alpes
- Royaume-Uni : Grande région de Londres
- Italie : Lombardie-Piémont

Les valeurs des régions de référence sont complétées ponctuellement par des valeurs globales de leurs pays respectifs (c.-à-d. l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et l'Italie), ce qui permet de replacer les performances des régions dans leur contexte national.

Ce chapitre analyse la position de la Suisse sur la base des quatre groupes d'indicateurs suivants :

- (1) les activités de recherche et développement (R-D) des entreprises et du secteur de la science
- (2) les résultats directs de R-D sous la forme de brevets et de publications scientifiques
- (3) les activités d'innovation des entreprises
- (4) la portée des activités à forte intensité de savoir et de recherche

Les indicateurs et leurs limites

Les indicateurs sont des représentations quantitatives fournissant des informations synthétiques. Il convient toutefois de garder à l'esprit que les indicateurs doivent être interprétés avec précaution, spécialement dans le domaine de la recherche et de l'innovation :

- Les effets de la recherche et de l'innovation ne peuvent être saisis qu'à moyen ou long terme.
- Les indicateurs sont généralement statiques et ne peuvent appréhender pleinement la complexité des systèmes nationaux de recherche et d'innovation.
- Il est difficile de mesurer l'impact de la recherche et de l'innovation sur les biens qui ne sont pas négociés sur les marchés. Ceci est particulièrement vrai pour les biens de nature culturelle, sociale, politique ou environnementale.

Abstraction faite de ces réserves, les indicateurs⁶ employés dans le présent rapport permettent de dresser un état des lieux des performances de la Suisse en matière de recherche et d'innovation.

⁵ Il s'agit notamment de la chimie, de la pharmaceutique, de la construction de machines, des sciences de la vie et de la médecine. Voir Partie B, chapitres 9.2 et 9.3.

⁶ Les principales sources des indicateurs sont l'OCDE, Eurostat, Web of Science (WoS), l'Office fédéral de la statistique (OFS), le Centre de recherches conjoncturelles de l'EPF Zurich (KOF) ainsi que divers tableaux de bord (p. ex. l'Indice mondial de l'innovation).

1 Conditions-cadres de la recherche et de l'innovation

De bonnes conditions-cadres constituent une condition préalable essentielle au succès d'un pays dans le domaine de la recherche et de l'innovation. Des indicateurs permettent de les évaluer, parmi lesquels la stabilité politique, la qualité des infrastructures et des services publics, la cybersécurité, la charge fiscale des entreprises ainsi que la flexibilité du marché du travail.

1.1 Stabilité politique

La stabilité politique – qui se caractérise notamment par l'absence de conflits socio-politiques violents, par un haut niveau de sécurité publique et par un gouvernement stable – est un paramètre essentiel à la bonne marche économique. Elle est aussi une condition préalable à la croissance continue sur le long terme des activités de recherche et d'innovation.

Selon les données de l'Indice mondial de l'innovation 2021, pour cet indicateur, la Suisse atteignait avec 89,3 points sur 100 le deuxième rang des pays comparés, derrière Singapour (100) et devant la Suède (85,7) (graphique B 1.1). Les Pays-Bas, la Corée du Sud, l'Autriche et l'Allemagne suivaient de près. Les dernières places étaient occupées par la Chine (71,4), Israël (69,6) et l'Italie (69,6).

1.2 Qualité des infrastructures et de la logistique

Des infrastructures de haute qualité et une logistique performante sont indispensables au bon fonctionnement de l'économie d'un pays. Les données relatives à cet indicateur reposent sur une enquête menée auprès d'experts en logistique actifs à l'international. Ces experts ont notamment été interrogés sur la qualité des infrastructures commerciales et de transport (p. ex. les infrastructures routières et ferroviaires ainsi que les technologies de l'information), sur l'efficacité de la procédure douanière et sur la ponctualité des livraisons.

Selon l'Indice mondial de l'innovation 2021, la Suisse a atteint 86,1 points avec cet indicateur, soit le septième rang des pays comparés (graphique B 1.2), le résultat de la plupart des autres pays étant assez proche de celui de la Suisse. La qualité des infrastructures et de la logistique a reçu la meilleure note en Allemagne (100), alors qu'Israël fermait la marche avec 58,5 points.

1.3 Qualité des institutions publiques

La qualité des institutions publiques d'un pays – celle des prestations publiques par exemple – est importante, entre autres, pour attirer et conserver des chercheurs talentueux et des entreprises de premier rang venues du monde entier.

La Suisse compte parmi les pays dont la qualité des institutions publiques est la plus élevée. Dans l'indice mondial de l'innovation 2021, elle occupait avec 94 points le deuxième rang des pays comparés (graphique B 1.3), derrière Singapour (100). Venaient ensuite à faible distance la Suède (91,3) et les Pays-Bas (90,6). La Chine (62,2) et l'Italie (60,9) arrivaient dernières.

En ce qui concerne les services en ligne des pouvoirs publics, la Suisse et l'Italie apparaissaient à l'antépénultième rang des pays comparés avec 82,9 points, devant Israël (74,7) et l'Allemagne (73,5) (graphique B 1.4). Les trois premières places revenaient à la Corée du Sud (100), à Singapour (96,5) et au Royaume-Uni (95,9).

1.4 Compétitivité numérique

Le développement et l'utilisation des technologies numériques est un facteur important de la capacité d'innovation d'un pays. Le World Digital Competitiveness Ranking 2022 offre une comparaison internationale de la compétitivité numérique. Ce classement mesure la capacité et la volonté de développer les technologies numériques et de les utiliser dans la société et l'économie. Il se fonde sur trois facteurs qui sont la connaissance, la technologie et la préparation à l'avenir (future readiness)¹.

La Suisse a obtenu un score de 98,2 points sur 100 dans le classement 2022 mentionné (graphique B 1.5). Elle se classait ainsi au quatrième rang parmi les pays comparés, derrière les États-Unis (99,8), la Suède (99,8) et Singapour (99,5 points, graphique B 5.1). Dans le détail, la Suisse occupait la première place des pays comparés selon le facteur connaissance, où elle a obtenu 93,4 points sur 100, et la cinquième place selon les facteurs technologie (87,1) et préparation à l'avenir (91,8). Dans le facteur connaissance, la Suisse s'est particulièrement distinguée au niveau des talents². Les secteurs dans lesquels la Suisse peut le plus s'améliorer sont par exemple, pour le facteur technologie, le sous-indicateur « large bande sans fil » ; dans le facteur préparation à l'avenir, c'est principalement dans le sous-facteur mesurant les capacités des gouvernements en matière de cybersécurité que la Suisse peut mieux faire.

¹ Connaissance : savoir-faire nécessaire pour découvrir, comprendre et développer de nouvelles technologies ; technologie : contexte global dans lequel s'inscrit le développement de technologies numériques ; préparation à l'avenir : degré d'ouverture d'un État à mettre à profit la transition numérique.

² Cela se réfère notamment à la disponibilité de main-d'œuvre qualifiée ayant une expérience internationale.

1.5 Charge fiscale des entreprises

Le taux d'imposition total des entreprises, qui dépend du bénéfice, est un facteur déterminant quant aux moyens financiers dont disposent les entreprises pour leurs activités d'innovation. Cette observation vaut tout particulièrement pour les petites et moyennes entreprises, qui doivent généralement financer leurs activités d'innovation sur leurs flux de trésorerie. En outre, un environnement fiscal favorable est propice à la création d'entreprises nationales. Par ailleurs, la charge fiscale est un des facteurs décisifs dans le choix d'implantation des entreprises actives internationalement, qui renforcent la structure économique d'un pays.

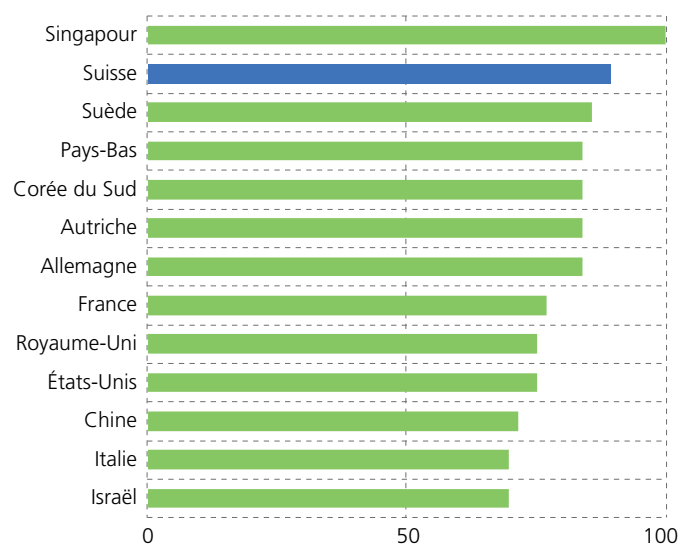
À considérer les pays comparés soumis à un faible taux d'imposition total des entreprises par rapport à leur bénéfice, la Suisse se trouvait en 2020 au troisième rang avec un taux moyen de 28,8 % (graphique B 1.6). Les taux fiscaux étaient encore plus bas à Singapour (21 %) et en Israël (25,3 %). En France, en Chine et en Italie, les taux fiscaux moyens étaient à peu près deux fois plus élevés que de ceux de la Suisse.

1.6 Flexibilité du marché du travail

Un marché du travail flexible permet aux entreprises de couvrir rapidement leurs besoins de main-d'œuvre qualifiée, favorise leur flexibilité technologique et accélère le rythme d'adoption de nouvelles technologies.

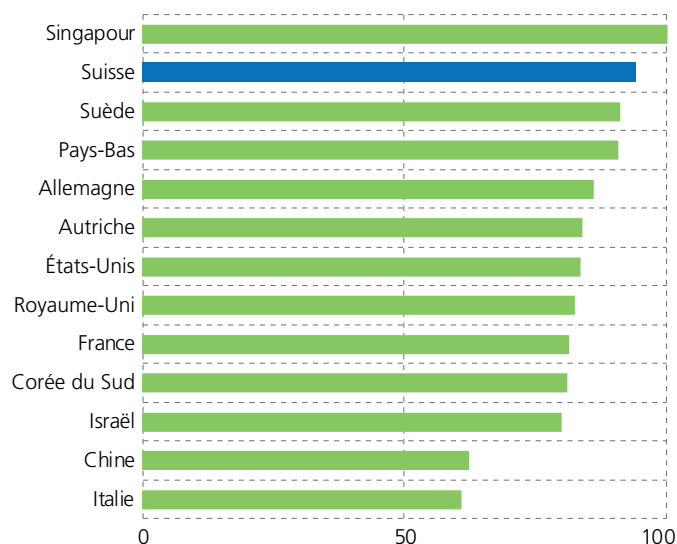
Le graphique B 1.7 présente une comparaison internationale de la flexibilité du marché du travail. Les données reposent sur une enquête auprès d'entreprises, portant, entre autres, sur leurs pratiques d'engagement et de licenciement ainsi que sur le rôle des salaires minimaux. Selon le World Competitiveness Yearbook 2021, parmi les pays comparés, le marché du travail était le plus flexible en Suisse (8,1 points sur 10). Singapour (7 points) et le Royaume-Uni (6,7 points) suivaient aux deuxième et troisième rangs. Les marchés du travail les plus strictement réglementés étaient les marchés italien (3,5), français (3,7) et sud-coréen (5).

Graphique B 1.1 : Stabilité politique, 2021



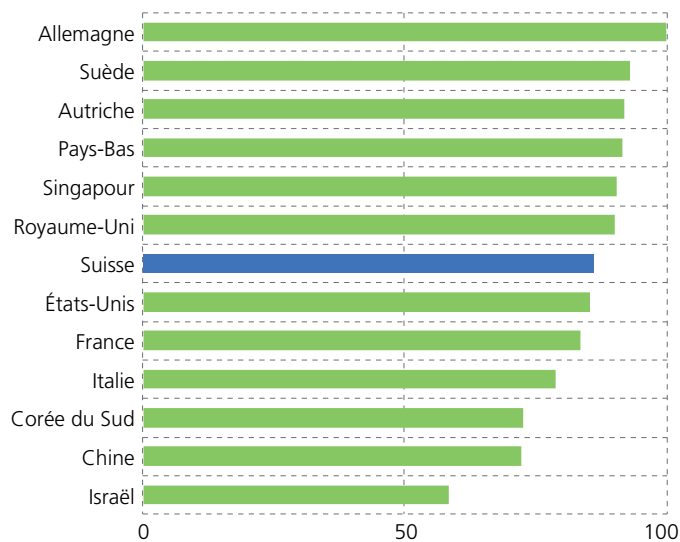
0 = instabilité politique élevée
100 = stabilité politique élevée
Source : Global Innovation Index, OMPI

Graphique B 1.3 : Qualité des institutions gouvernementales, 2021



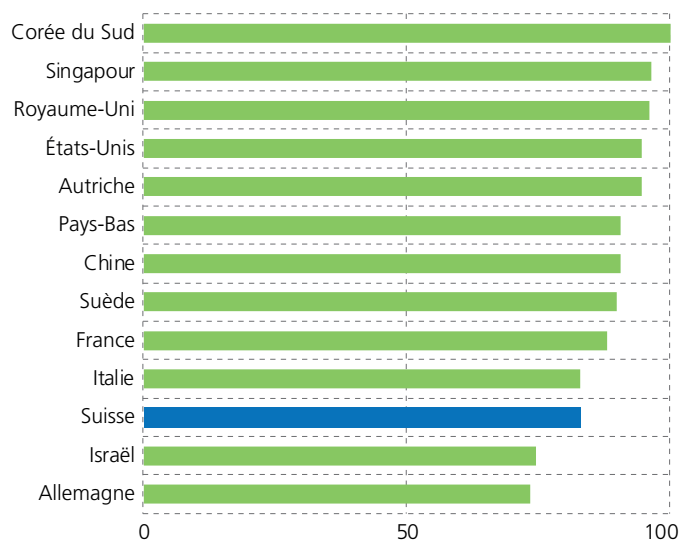
0 = prestations publiques de très mauvaise qualité
100 = prestations publiques de très bonne qualité
Source : Global Innovation Index, OMPI

Graphique B 1.2 : Qualité des infrastructures et de la logistique, 2021



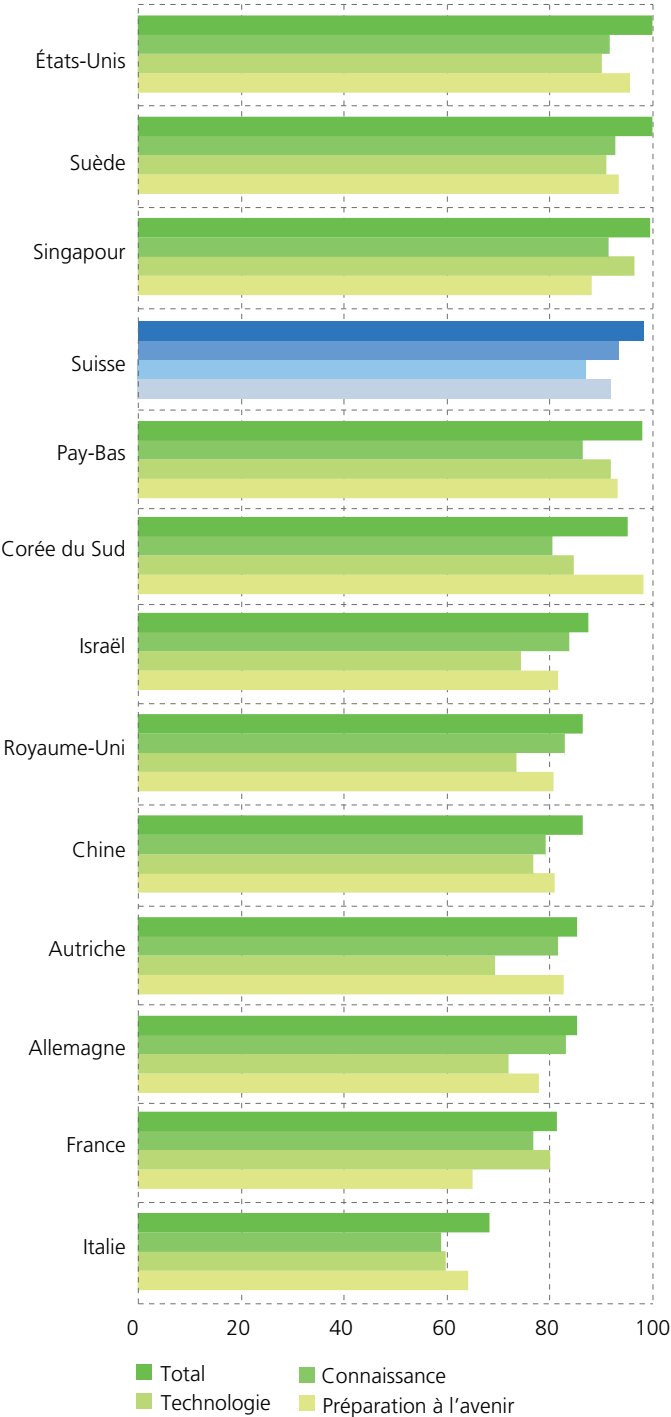
0 = infrastructures et logistique de très mauvaise qualité
100 = infrastructures et logistique de très bonne qualité
Source : Global Innovation Index, OMPI

Graphique B 1.4 : Services en ligne des pouvoirs publics, 2021



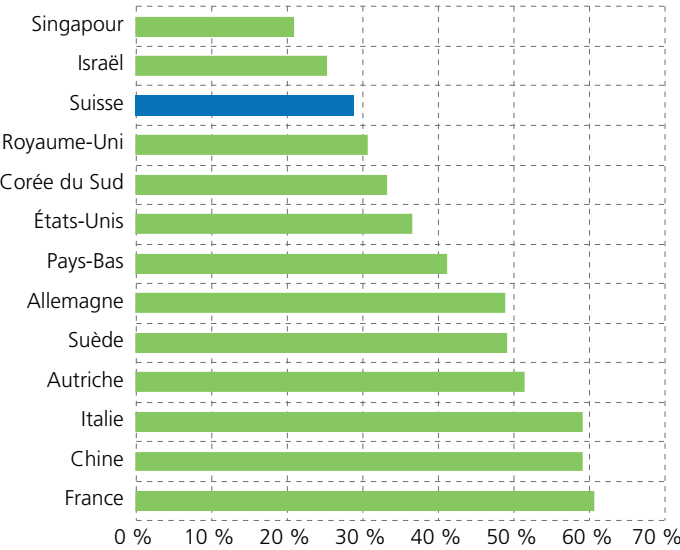
0 = services publics en ligne peu étendus et de très mauvaise qualité
100 = services publics en ligne très étendus et de très bonne qualité
Source : Global Innovation Index, OMPI

Graphique B 1.5 : Classement mondial de la compétitivité numérique, 2022



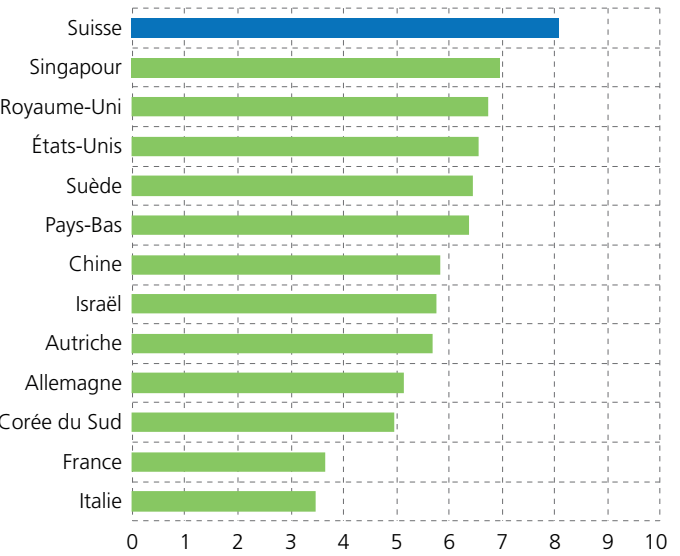
Nombre de points maximum par barre : 100
Total : 0 = faible compétitivité numérique ; 100 = haute compétitivité numérique
Source : World Digital Competitiveness Ranking, IMD

Graphique B 1.6 : Taux d'imposition total des entreprises en pourcentage du bénéfice, 2020



Source : Banque mondiale

Graphique B 1.7 : Flexibilité du marché du travail, 2021



0 = marché peu flexible ou très réglementé
10 = marché très flexible ou peu réglementé
Source : World Competitiveness Yearbook, IMD

2 Éducation et qualifications

Une formation de haute qualité, l'interconnexion des filières de formation et la perméabilité du système de formation constituent une base importante pour que la société et les entreprises disposent d'une main-d'œuvre hautement qualifiée, en quantité suffisante et dont les compétences couvrent les besoins. Un niveau de qualification élevé de la population contribue à promouvoir la recherche et l'innovation, tout en favorisant la capacité d'innovation d'un pays.

Contrairement à la plupart des autres pays, qui privilégient les filières de formation générales et académiques, le système suisse de formation accorde une grande importance à la formation professionnelle organisée en entreprise. Faute d'indicateurs fiables couvrant tous les niveaux de formation pour procéder à une comparaison internationale, nous présentons dans ce chapitre des indicateurs standard qui se rapportent principalement au degré tertiaire. Au vu des spécificités du système suisse de formation, il convient cependant de les interpréter avec prudence. En effet, outre le domaine des hautes écoles, la formation professionnelle initiale (niveau secondaire II) et la formation professionnelle supérieure (degré tertiaire) jouent un rôle crucial en ce qui concerne la performance en matière d'innovation de la Suisse¹.

Pour une vue d'ensemble du système suisse de formation, on peut se référer au rapport sur l'éducation en Suisse qui paraît tous les quatre ans et contient des informations fondées sur la statistique, la recherche et l'administration pour tous les niveaux de formation². Ce rapport doit paraître la prochaine fois au premier trimestre 2023.

2.1 Compétences des jeunes en mathématiques, sciences naturelles et lecture

L'acquisition de compétences de base est cruciale pour la suite du parcours de formation des jeunes. Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA), une étude internationale comparative publiée par l'OCDE, permet de mesurer et de comparer les performances des élèves de 15 ans dans les domaines des mathématiques, des sciences naturelles et de la lecture.

Selon les données de PISA 2018, la Suisse présentait en comparaison internationale un pourcentage élevé (17 %) de jeunes très

performants (c'est-à-dire avec un niveau de compétence 5 ou 6³) dans le domaine des mathématiques (graphique B 2.1). Elle est arrivée au quatrième rang des pays comparés derrière Singapour, la Corée du Sud et les Pays-Bas. Statistiquement, ce résultat était significativement supérieur à la moyenne des États membres de l'OCDE (11 %). En revanche, la proportion d'élèves performants dans les domaines des sciences naturelles et de la lecture (env. 8 %) en Suisse ne différait pas significativement de la moyenne des États membres de l'OCDE⁴. Dans ces deux domaines, Singapour est arrivé nettement en tête avec plus de 20 %.

2.2 Personnes au bénéfice d'une formation du degré tertiaire

Les titulaires d'un diplôme de degré tertiaire forment un pool très important de personnes hautement qualifiées pour produire et diffuser des connaissances en matière de recherche et d'innovation.

En 2020, le pourcentage de personnes âgées entre 25 et 34 ans et titulaires d'un diplôme de degré tertiaire⁵ approchait 53 % en Suisse, soit le troisième rang des pays comparés, derrière la Corée du Sud (69,8 %) et le Royaume-Uni (55,8 %) (graphique B 2.2) et de justesse devant les Pays-Bas (52,3 %) et les États-Unis (51,9 %). L'Allemagne (34,9 %), l'Italie (28,9 %) et la Chine (18 %) se situaient nettement au-dessous de la moyenne des pays membres de l'OCDE (45,5 %). La part de la population suisse titulaire d'un diplôme tertiaire n'a cessé d'augmenter ces dernières années⁶ et, selon l'OFS, elle continuera de croître dans les années à venir quel que soit le scénario choisi (OFS, 2021b).

Entrants dans les filières d'études MINT⁷

Même si tous les domaines scientifiques entraînent des innovations, les innovations techniques reposent pour une large part sur les progrès réalisés dans les sciences naturelles et les sciences exactes ainsi que dans les sciences techniques et de l'ingénieur. Pour couvrir les besoins en personnel qualifié dans ce domaine, il est crucial que les filières d'études MINT soient attractives pour les entrants au niveau bachelor.

En 2019, en Suisse, 27,1 % des entrants au niveau bachelor ou à un niveau équivalent se sont inscrits dans des filières d'études MINT

¹ S'agissant de la contribution de la formation professionnelle à l'innovation, voir aussi partie A, chapitre 2 ainsi que le rapport « Recherche et innovation en Suisse 2020 », partie C, étude 1 (p. 133 ss) (SEFRI, 2020).

² Cf. rapport « L'éducation en Suisse » (CSRE, 2018) ou www.skbf-csre.ch.

³ PISA se réfère à une échelle de 1 à 6 pour distinguer les « niveaux de compétence ». Les compétences minimales sont jugées acquises lorsque le niveau de compétence 2 au moins est atteint. Sont réputés « performants » les jeunes qui ont au moins atteint le niveau de compétence 5.

⁴ Cf. rapport « PISA 2018 » (Consortium PISA.ch, 2019), p. 16 pour la lecture, p. 29 pour les mathématiques et p. 35 pour les sciences naturelles.

⁵ Le degré tertiaire comprend les diplômes de niveau bachelor, master ou doctorat ainsi que les diplômes décernés à des niveaux comparables selon la classification internationale type de l'éducation (CITE). En conséquence, les diplômes de la formation professionnelle supérieure sont également pris en compte.

⁶ Cf. rapport « Recherche et innovation en Suisse 2020 », partie B, chapitre 2.3, p. 63 et OFS (2021a). La part des personnes âgées de 25 à 34 ans titulaires d'un diplôme tertiaire était de 45 % en 2018 et de 40 % en 2012 (SEFRI, 2020).

⁷ MINT = mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique.

(graphique B 2.3). La Suisse arrivait ainsi en septième position des pays comparés, loin derrière l'Allemagne qui était en tête avec 40 %. Seuls la France (25,1 %), la Suède (20,1 %) et les Pays-Bas (19,8 %) se sont classés derrière la Suisse. À noter cependant que les chiffres de l'OCDE prennent en considération la formation professionnelle supérieure, pour autant qu'il y ait des données disponibles sur les entrées⁸.

Dans l'ensemble, le nombre d'entrants dans les filières MINT n'a cessé de croître dans les HES et HEU suisses (graphique B 2.4). Cette évolution est surtout due aux femmes, chez qui le nombre d'entrées est passé de 2921 à 4827 entre 2009 et 2020, ce qui correspond à une augmentation de 65 %. Chez les hommes, les entrées ont augmenté de 30 % pendant la même période, passant de 7614 à 9865.

Au début de l'année académique 2020/2021, les femmes étaient très bien représentées dans les domaines de la chimie et des sciences de la vie (plus de 60 % de l'ensemble des entrées dans les HEU et 54 % dans les HES) (OFS, 2021c). En informatique, toutefois, elles restaient sous-représentées : dans cette orientation, les femmes ne représentaient que 18 %, respectivement 16 % des entrées dans les HEU et les HES.

Doctorats

Outre les diplômes de bachelor et de master, les HEU délivrent aussi des doctorats (troisième niveau de qualification). Les doctorats sont particulièrement importants pour le développement d'innovations basées sur la science, car ils permettent d'approfondir les compétences en matière de recherche fondamentale et appliquée. Les titulaires d'un doctorat sont très qualifiés pour réaliser des innovations basées sur la recherche. Avec 2,2 % de la population des 25-34 ans titulaires d'un doctorat, la Suisse arrive en 2020 en tête des pays comparés. Elle est suivie des États-Unis (1,5 %) et du Royaume-Uni (1,5 %) (graphique B 2.2).

En 2019, sous l'angle du nombre de doctorats décernés dans le domaine MINT rapporté au nombre de doctorats décernés tous domaines confondus, la Suisse est arrivée en quatrième position avec 48,7 %, derrière la France (53,7 %), la Suède (50,3 %) et le Royaume-Uni (50 %) (graphique B 2.5). Les Pays-Bas occupaient la dernière place des pays comparés (34 %). En Suisse, 46 % des doctorats ont été obtenus dans les sciences naturelles (30,4 %) et les sciences de l'ingénieur (15,6 %). Seule la France (48,4 %) a fait mieux que la Suisse dans ces domaines. 24,6 % des doctorats obtenus en Suisse concernent le domaine des sciences humaines et sociales (8,7 % en sciences humaines et 15,8 % en sciences sociales). Les États-Unis ont clairement décerné le plus de doctorats dans ces domaines (45,3 %).

⁸ Au niveau de la formation professionnelle supérieure, les entrées dans les écoles supérieures sont recensées, mais les admissions aux cours préparatoires aux examens fédéraux ne sont pas relevées de manière exhaustive, car ces cours ne sont pas réglementés de façon formelle.

Eu égard à la transformation numérique, le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC) revêt une grande importance. Avec 5,3 %, la France et l'Autriche arrivent en tête pour la part des personnes titulaires d'un doctorat dans le domaine des TIC. En Suisse, cette part était de 2,7 %, ce qui plaçait notre pays à l'avant-dernier rang devant les Pays-Bas.

2.3 Internationalisation du degré tertiaire

Pour les petits pays à très forte intensité de connaissance comme la Suisse, la capacité à attirer les meilleurs talents internationaux est d'une importance primordiale pour le développement des activités de recherche et d'innovation. Les entreprises et les hautes écoles s'arrachent les meilleurs talents. Cela génère un pool de personnes très qualifiées et très compétentes, ce qui peut s'avérer extrêmement précieux pour l'économie d'un pays. La part des étudiants de degré tertiaire et de doctorat mobiles internationalement⁹ peut servir d'indicateur à cet égard¹⁰.

En 2019, avec 17,8 % d'étudiants internationaux au degré tertiaire, la Suisse faisait partie des pays les plus attractifs pour les étudiants étrangers, aux côtés du Royaume-Uni (18,7 %) et de l'Autriche (17,6 %) (graphique B 2.6). À l'inverse, le pourcentage était très bas en Corée du Sud (3,3 %), en Israël (3 %), en Italie (2,8 %) et en Chine (0,4 %).

S'agissant des étudiants internationaux au niveau doctorat, la Suisse arrivait en tête des pays comparés en 2019. Plus de la moitié de l'ensemble des étudiants engagés dans des programmes de doctorat (56,4 %) venaient de l'étranger (graphique B 2.6). Les Pays-Bas et le Royaume-Uni suivaient avec des taux de 44 %, respectivement de 41,1 %, eux aussi largement en dessus de la moyenne de l'OCDE (22,1 %). Israël présentait la plus faible proportion (8,1 %) des pays comparés. Comparé aux taux observés en 2013, on constate une nette tendance à l'internationalisation du degré tertiaire dans la plupart des pays de référence, notamment au niveau doctorat.

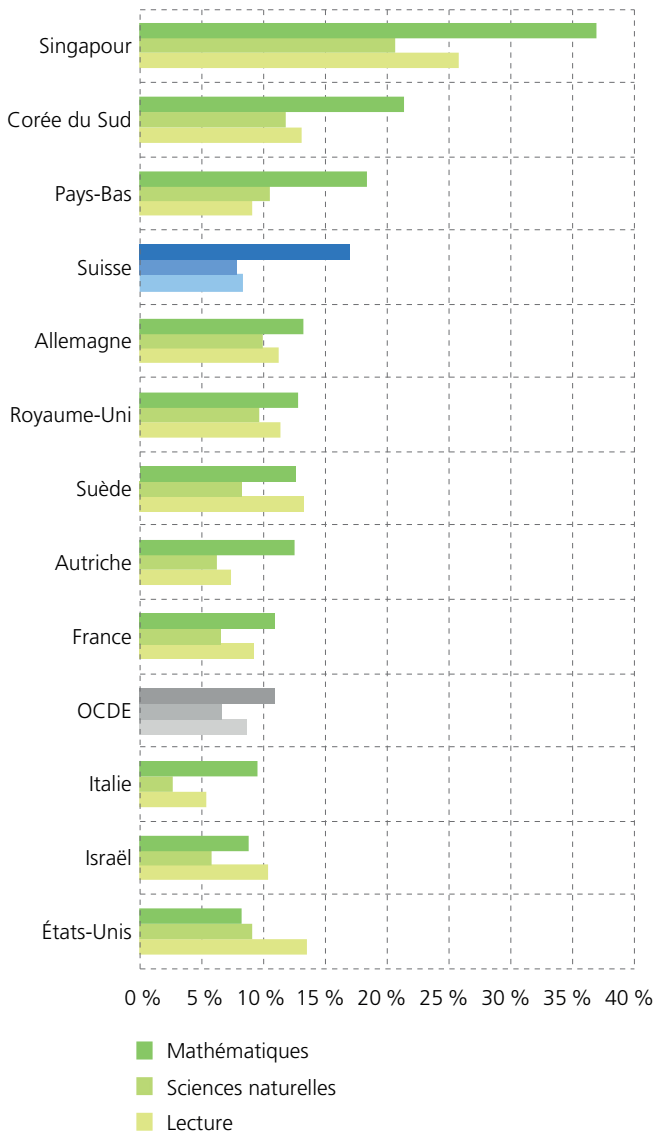
⁹ Les étudiants mobiles à l'échelle internationale sont les personnes qui ont franchi la frontière séparant deux pays pour suivre une formation dans le pays de destination (OCDE, 2018).

¹⁰ Cependant, tous les étudiants étrangers qui obtiennent un diplôme d'une haute école universitaire en Suisse ne restent pas en Suisse par la suite. Parmi les diplômés étrangers ayant obtenu un master d'une haute école universitaire en Suisse en 2014, 34,8 % avaient quitté le pays en 2015. Au niveau du doctorat, 33 % des personnes ayant suivi leur scolarité obligatoire à l'étranger et obtenu un doctorat en Suisse en 2014 avaient eux aussi quitté le pays un an après (OFS, 2017 ; voir aussi le rapport « Recherche et innovation en Suisse 2020 », partie B, chapitre 2.3, p. 65).

Bibliographie

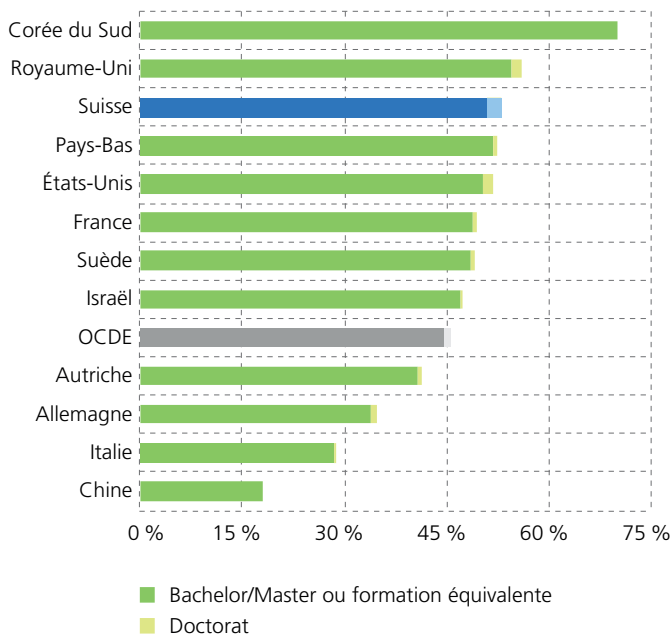
- Consortium PISA.ch (2019): PISA 2018, Les élèves de Suisse en comparaison internationale. Berne et Genève: SEFRI/CDIP et consortium PISA.ch.
- CSRE (2018): L'éducation en Suisse – rapport 2018. Aarau: Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation.
- OFS (2017): Diplômés des hautes écoles issus de la migration: Intégration sur le marché du travail et émigration en 2015. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- OFS (2021a): Niveau de formation. Disponible sous: www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Éducation et science > Indicateurs de la formation > Par thèmes > Effets > Niveau de formation.
- OFS (2021b): Scénarios pour le niveau de formation de la population. Disponible sous: www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Éducation et science > Scénarios pour le niveau de formation de la population.
- OFS (2021c): Étudiants des hautes écoles 2019/20. Disponible sous: www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Éducation et science > Personnes en formation > Degré tertiaire.
- OCDE (2018): Guide de l'OCDE pour l'établissement de statistiques internationalement comparables dans le domaine de l'éducation 2018. Concepts, normes, définitions et classifications. Paris: Éditions OCDE.
- SEFRI (2020): Recherche et innovation en Suisse 2020. Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation, Berne.

Graphique B 2.1 : Part des jeunes très performants en mathématiques, en sciences naturelles et en lecture, 2018



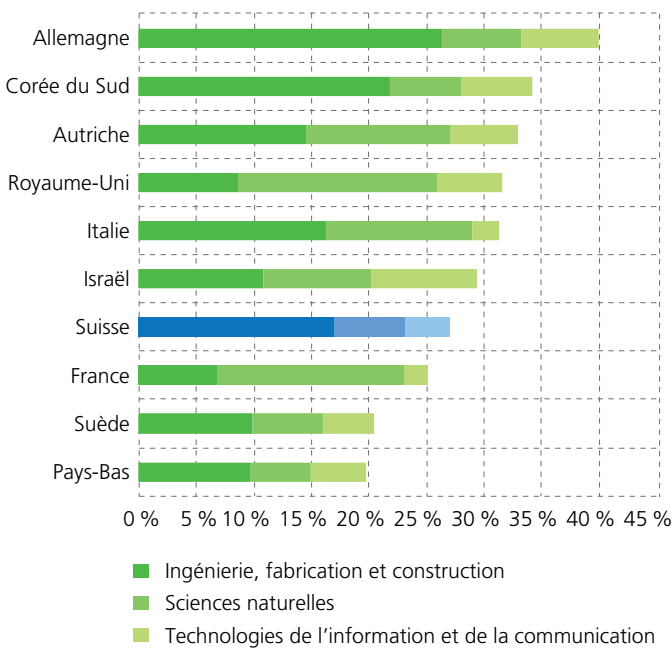
Jeunes de 15 ans obtenant un score de 5 ou 6 (sur une échelle de 1 à 6) dans la matière considérée dans l'enquête PISA
Données non disponibles : Chine
États-Unis, Pays-Bas : Les données ne répondaient pas aux normes techniques de PISA mais ont été acceptées comme largement comparables.
Source : OCDE

Graphique B 2.2 : Part des 25-34 ans au bénéfice d'une formation de degré tertiaire, 2020



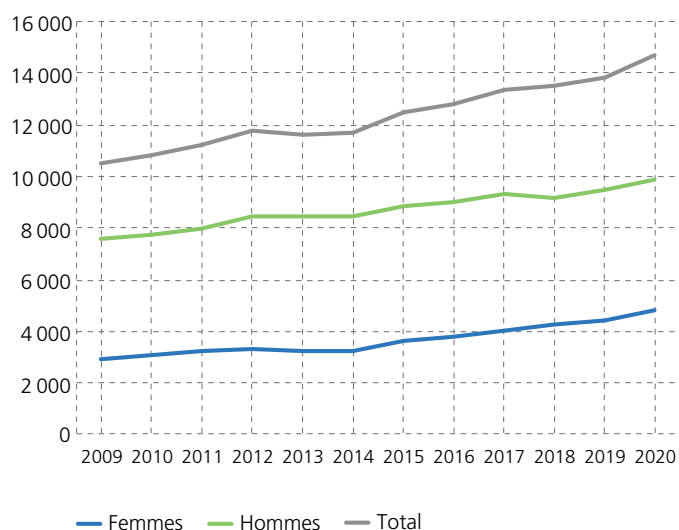
Données non disponibles pour les doctorats : Chine, Corée du Sud
Exception à l'année de référence 2020 : Chine (2010)
Source : OCDE

Graphique B 2.3 : Proportion d'entrants dans des filières MINT au niveau bachelor ou équivalent parmi l'ensemble des entrants, 2019



MINT : mathématiques, informatique, sciences naturelles, technique
Données non disponibles : Chine, États-Unis, Singapour
Source : OCDE

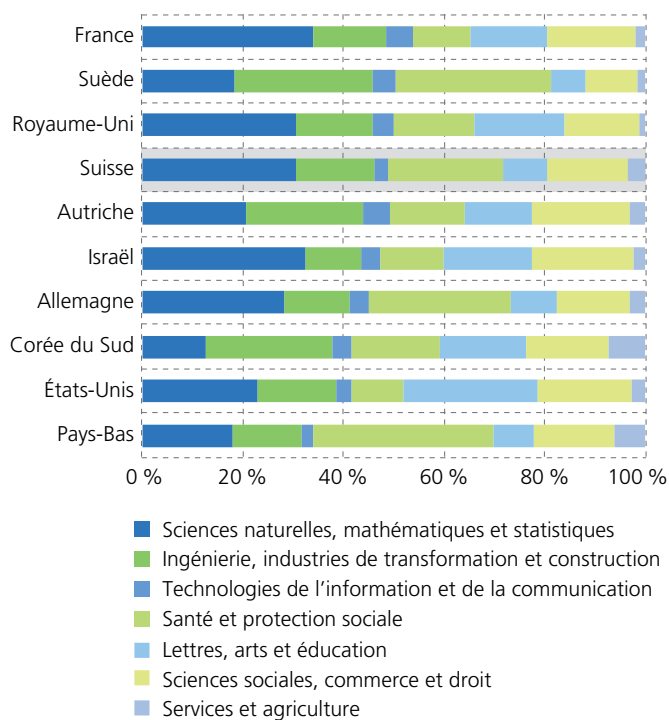
Graphique B 2.4 : Entrants dans les filières MINT au niveau bachelor dans les hautes écoles suisses, de 2009-2020



Par entrant, on entend toute personne qui s'inscrit pour la première fois pour un semestre d'hiver/d'automne dans une haute école universitaire ou une haute école spécialisée suisse (sans HEP).

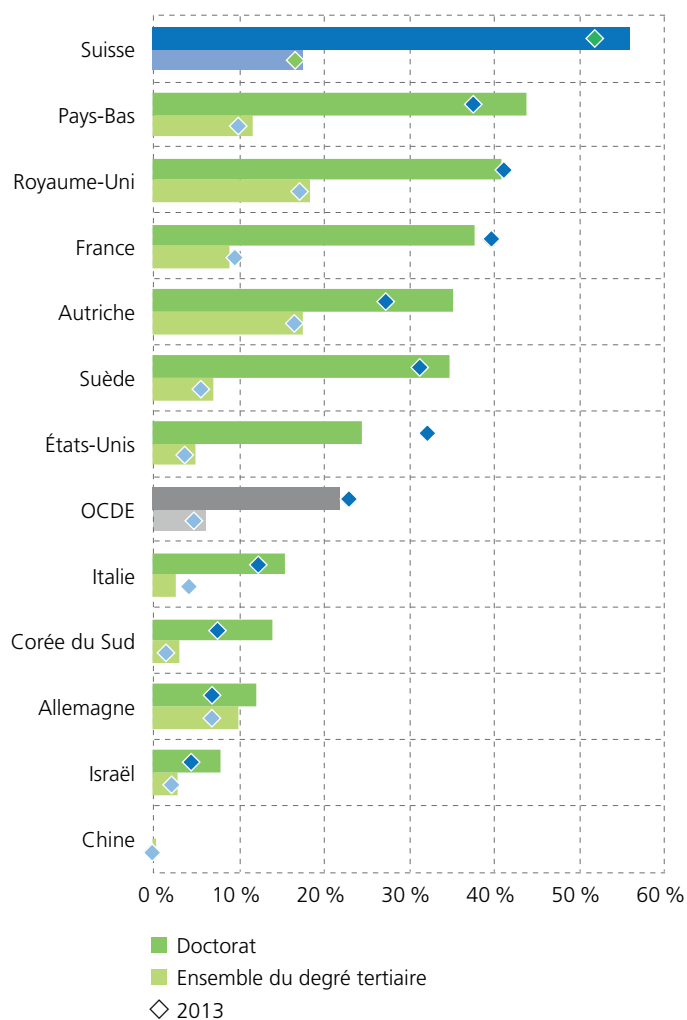
MINT : mathématiques, informatique, sciences naturelles, technique
Source : OFS

Graphique B 2.5 : Diplômés au niveau doctorat selon le domaine d'étude, 2019



Données non disponibles : Chine, Singapour
Source : OCDE

Graphique B 2.6 : Proportion d'étudiants internationaux dans l'ensemble des étudiants du degré tertiaire, 2019



Données non disponibles : Singapour, Chine (doctorats)
Exception à l'année de référence 2019 : Pays-Bas (2018)
Source : OCDE

3 Personnel actif dans le domaine de la recherche et de l'innovation

Pour assurer une recherche de haute qualité et le transfert du savoir vers des produits et services innovants, il faut disposer d'une large offre de personnel bien formé dans les domaines de la recherche et de l'innovation.

3.1 Personnes actives en science et technologie

Par personnes actives en science et technologie, on entend les personnes qui travaillent à la création, à la diffusion et à l'application des connaissances scientifiques ou technologiques (OFS, 2021a)¹.

En Suisse, 42 % de la population active travaillait dans le domaine de la science et de la technologie en 2020 (graphique B 3.1). Par rapport aux pays comparés, cela place le pays en troisième position après la Suède (46 %) et les Pays-Bas (43 %). Parmi les pays de référence, seule l'Italie (30 %) était en dessous de la moyenne européenne (UE-27) de 34 % en 2020. Pour la même période, en Allemagne, en France, en Autriche et au Royaume-Uni, le taux de population active travaillant dans le domaine de la science et de la technologie se situait entre 37 % et 39 %.

Comparé à 2012, les trois pays en tête de classement ont également affiché la plus forte progression en la matière (+6–7 points de pourcentage). La progression dans les autres pays comparés était de 3 ou 4 points de pourcentage, sauf en Allemagne, où elle était plus faible (+2 points de pourcentage).

3.2 Personnel de recherche et développement

Par personnel de recherche et développement (personnel de R-D), on entend toutes les personnes directement actives dans le domaine R-D et celles qui fournissent des services directs pour la R-D. Elles se répartissent en trois catégories (OFS, 2021b) :

- chercheurs : spécialistes travaillant à la planification ou à la production de connaissances, de produits, de procédés, de méthodes et de systèmes nouveaux, et à la gestion des projets concernés ;
- techniciens : participant à la R-D en exécutant des travaux scientifiques et techniques ;
- personnel autre : personnel qualifié et non qualifié ainsi que personnel du secrétariat et de bureau participant à la réalisation des projets de R-D.

En 2019, parmi les pays de référence, la part de personnel de R-D dans l'emploi total, mesurée en équivalents plein temps, était la plus élevée en Corée du Sud, où elle se montait à 1,9 %, (graphique B 3.2). L'Autriche et la Suède suivent avec des taux d'environ 1,8 %. Avec un taux de 1,7 %, la Suisse figurait à la quatrième place des pays comparés, et dépassait la moyenne européenne (1,4 %).

Alors que l'Italie a affiché la plus forte augmentation (+0,4 point de pourcentage) de la part du personnel de R-D dans l'emploi total depuis 2012, la Suisse et la Suède n'ont fait état d'aucune progression. Pour la Corée du Sud, le Royaume-Uni, l'Autriche, l'Allemagne et les Pays-Bas, la progression de ce taux était plus élevée qu'en moyenne européenne (+0,2 point de pourcentage).

Si l'on se concentre uniquement sur les chercheurs, la Suisse figurait dans la moyenne européenne, avec une part de chercheurs dans l'emploi total de 0,9 %, mais en queue de peloton en comparaison avec les autres pays de référence. À l'inverse, la Corée du Sud et la Suède ont affiché les valeurs les plus élevées en la matière, avec des taux respectifs de 1,5 % et 1,6 %. En Suisse, la part de chercheurs dans les entreprises privées en équivalents plein temps est relativement faible (graphique B 3.3). Alors que la part de chercheurs employés dans le secteur privé s'élève à 82 % en Corée du Sud et à environ 70 % en Suède et aux Pays-Bas, elle se situe à 48 % en Suisse. La moitié des chercheurs étaient employés dans les hautes écoles. Seul le Royaume-Uni affichait un taux plus élevé de chercheurs actifs dans les hautes écoles (55 %). En Suisse, la part de chercheurs employés par l'État se montait seulement à 1 %, bien au-dessous de la moyenne européenne de 11 %. Dans cette catégorie, la Chine occupait la première place du classement avec une part de 18 %, suivie par l'Italie (14 %) et l'Allemagne (13 %).

Personnel de R-D étranger

En Suisse, les travailleurs étrangers représentent une proportion considérable de la population active dans tous les secteurs économiques : en 2020, la part des actifs de nationalité étrangère s'élevait à 32,2 % (OFS, 2021c). On constate également une forte proportion de travailleurs étrangers dans le personnel de R-D. En 2019, 43 % du personnel de R-D dans les hautes écoles et 41 % du personnel de R-D dans les entreprises privées étaient des travailleurs étrangers (graphique B 3.4). Si l'on compare avec l'année 2000, où ces proportions étaient de 28 % dans les hautes écoles et de 32 % dans les entreprises privées, on constate la forte augmentation de la proportion d'étrangers au cours des deux dernières décennies. La part du personnel de R-D étranger s'est stabilisée ces dernières années, aussi bien dans les hautes écoles que dans les entreprises privées.

¹ Font partie de cette catégorie, d'une part, les professions intellectuelles et scientifiques (en vertu du code 2 de la classification internationale des professions CITP-08) et, d'autre part, les professions intermédiaires (en vertu du code 3 de la CITP-08).

3.3 Les femmes dans la recherche

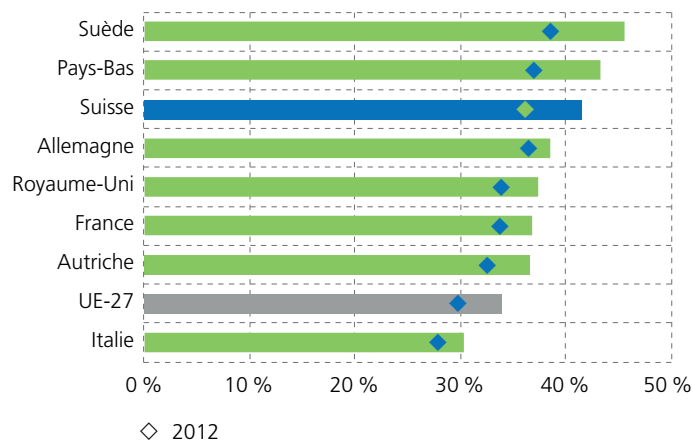
En 2019, la part des femmes dans les groupes de recherche en Suisse était de 36 % (graphique B 3.5). En comparaison internationale, ce taux est élevé. Parmi les pays comparables, seul le Royaume-Uni dépassait la Suisse avec 39 %. Sur les dix dernières années, c'est en Suisse et en Corée du Sud que cette part a le plus progressé (+3,4 points de pourcentage).

Mais alors qu'en 2020, les diplômées bachelor et master représentaient une courte majorité en Suisse avec respectivement 54 % et 53 %, elles n'étaient plus que 47 % parmi les personnes venant tout juste d'obtenir un doctorat (graphique B 3.6). Il s'avère que la part des femmes diminue continuellement à mesure que l'on monte dans la carrière académique, pour ne représenter finalement que 26 % du total des professeurs et des cadres supérieurs (grade A; phénomène dit du « tuyau percé »). Ces dernières années, la part des femmes dans les postes de grade A a augmenté (2015: 22 %, 2017: 24 %) (OFS, 2021d).

La plus forte proportion de femmes au grade A a été enregistrée en 2018 dans les domaines de recherche des sciences humaines et des arts – et ce, aussi bien dans l'Union européenne qu'en Suisse (graphique B 3.7). Les femmes étaient en revanche sous-représentées en ingénierie et technologie et dans les sciences naturelles. Par comparaison avec l'UE, la Suisse présente dans tous les domaines une part moins élevée de femmes au grade A, sauf dans les domaines de l'agriculture et de la médecine vétérinaire et dans les sciences humaines et les arts, où la Suisse a un taux légèrement plus élevé de femmes que dans l'UE.

Bibliographie

- OFS (2021a): Ressources humaines en S-T. Disponible sous : www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Education et science > Science et Technologie > Système d'indicateurs Science et Technologie > Accès aux indicateurs > Contexte S-T > Ressources humaines en S-T.
- OFS (2021b): Recherche et développement en Suisse 2019. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- OFS (2021c): Main-d'œuvre étrangère. Disponible sous : www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Travail et rémunération > Activité professionnelle et temps de travail > Population active, participation au marché du travail > Main-d'œuvre étrangère.
- OFS (2021d): Femmes et science. Disponible sous : www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Education et science > Science et Technologie > Système d'indicateurs Science et Technologie > Accès aux indicateurs > Contexte S-T > Femmes et science.

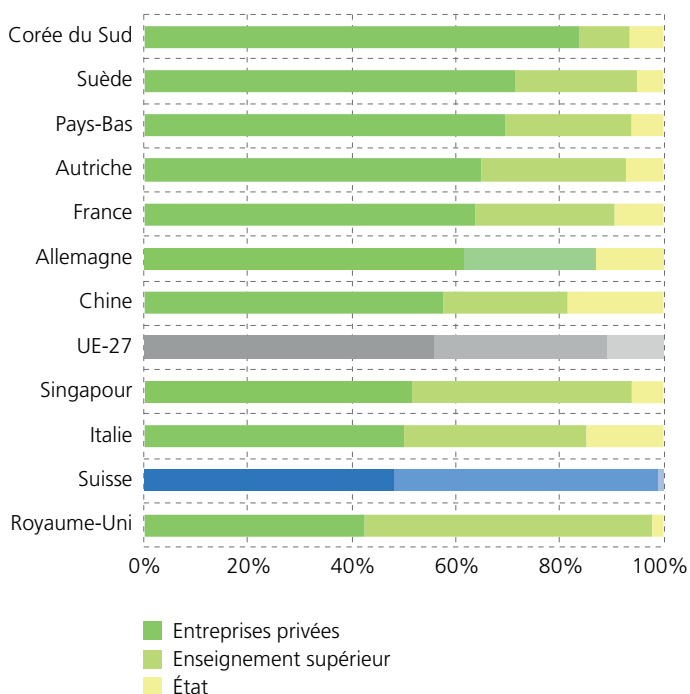
Graphique B 3.1 : Part de la population active en science et technologie, 2020

Population active de 15 à 74 ans

Exception à l'année de référence 2020 : Royaume-Uni (2019)

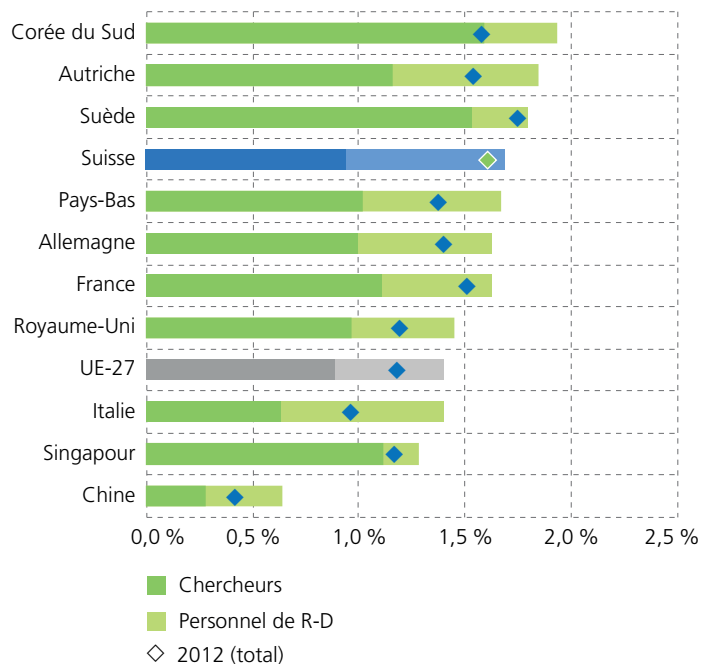
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour

Source : Eurostat

Graphique B 3.3 : Chercheurs selon le secteur, 2019

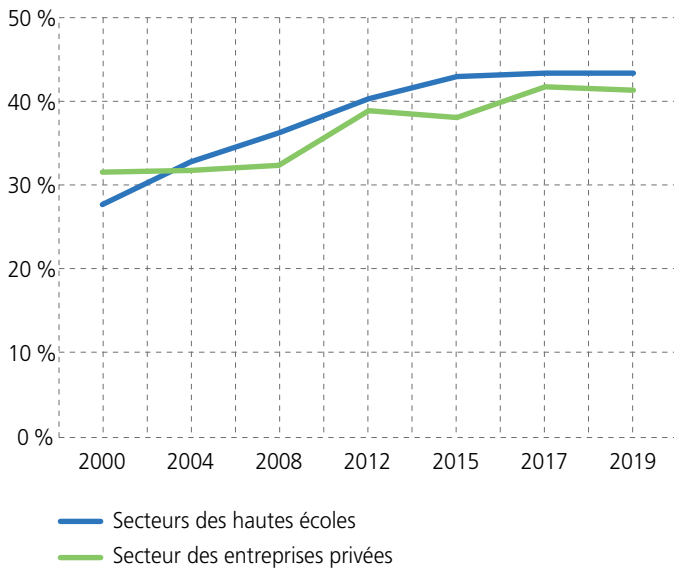
Données non disponibles : États-Unis, Israël

Source : OCDE

Graphique B 3.2 : Part du personnel de R-D dans l'emploi total, 2019

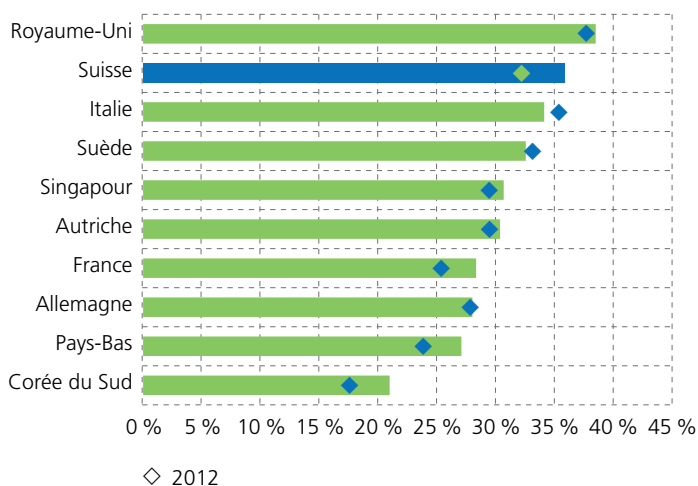
Données non disponibles : États-Unis, Israël

Source : OCDE

Graphique B 3.4 : Evolution de la part des étrangers dans le personnel de R-D en Suisse, 2000-2019

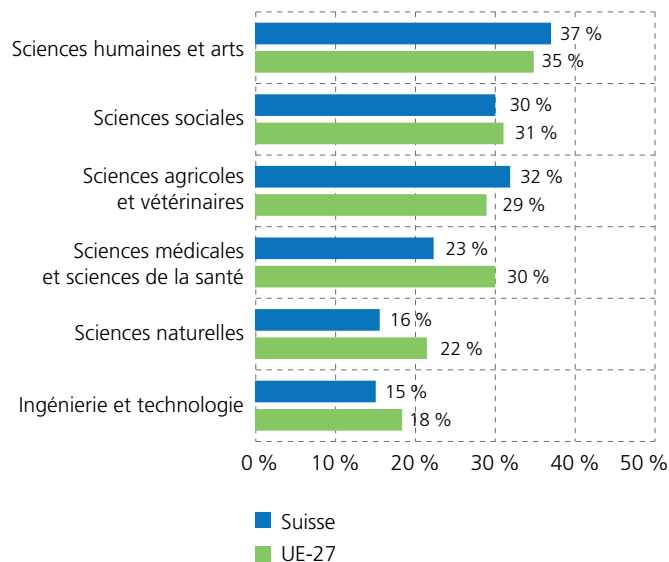
Source : OFS

Graphique B 3.5 : Part des femmes dans l'ensemble des chercheurs, 2019



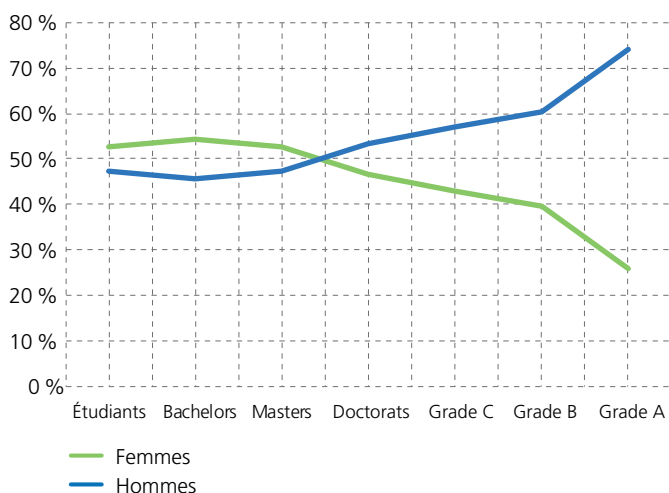
Données non disponibles : Chine, États-Unis, Israël
Exceptions à l'année de référence 2012 : Allemagne (2013), Autriche (2013), Suède (2013)
Exception à l'année de référence 2019 : France (2017)
Source : OCDE, OFS

Graphique B 3.7 : Part des chercheuses de grade A dans l'ensemble du personnel de recherche académique, par domaine de recherche, en Suisse et en Europe (UE-27), 2018



Source : She Figures, Commission européenne

Graphique B 3.6 : Femmes et hommes dans la carrière académique (HEU, HES, HEP) en Suisse, étudiants et chercheurs, 2020



Grade A : professeurs nommés ou chercheurs seniors
Grade B : corps intermédiaire supérieur ou autres enseignants
Grade C : corps intermédiaire inférieur ou collaborateurs scientifiques
Il ne s'agit pas du secteur complet des hautes écoles : les établissements de recherche du domaine EPF ne sont pas inclus.
Source : OFS

4 Financement et exécution de la recherche et du développement

Les indicateurs relatifs au financement de la R-D montrent d'où proviennent les ressources qui financent les activités de R-D menées dans les différents pays. Les indicateurs relatifs à l'exécution de la R-D révèlent les acteurs qui mènent des activités de R-D dans les divers pays et les moyens qu'ils investissent. Selon les flux financiers entre le financement et l'exécution, les parts respectives des acteurs peuvent varier.

4.1 Financement de la recherche et du développement

Financement par le secteur privé

En 2019, le secteur privé était la principale source de financement des activités de R-D dans tous les pays comparés à l'exception d'Israël (38 %). En Suisse, la part du secteur privé dans le financement total de la R-D intra-muros¹ atteignait 65 %, soit 14,8 milliards de francs sur un volume total de 22,9 milliards de francs. En Corée du Sud et en Chine, ce ratio était même supérieur à 75 % (graphique B 4.1).

Financement par l'État

Dans tous les pays comparés, la part de l'État dans le financement de la R-D intra-muros était inférieure à 40 %. En règle générale, l'État était néanmoins le deuxième bailleur de fonds par ordre d'importance, largement devant les autres sources de financement nationales et étrangères (hormis Israël, où 51 % du financement provient de l'étranger). En 2019, en Suisse, la part de l'État (Confédération et cantons) dans le financement total de la R-D intra-muros atteignait 27 % (graphique B. 4.1).

Pour évaluer la participation de l'État au financement des activités de la R-D, les dépenses de ce dernier dans la R-D intra-muros² peuvent également s'exprimer en pourcentage du PIB. En 2019, le financement public de la R-D était supérieur à 0,8 % du PIB en Corée du Sud (0,96 %), en Allemagne (0,88 %), en Suisse (0,86 %), en Autriche (0,84 %) et en Suède (0,82 %) (graphique B 4.2). Parmi les pays de référence, le pourcentage de la Suisse a augmenté le plus entre 2012 et 2019, avec une hausse de 0,14 point de pourcentage. À l'inverse, les États-Unis, par exemple, faisaient état d'une baisse de 0,13 point de pourcentage.

¹ Par financement de la R-D intra-muros, on entend le financement des activités de R-D menées en Suisse.

² Par analogie avec les statistiques de l'OFS, le terme « dépenses » est utilisé dans le présent rapport. Dans le Manuel de Frascati de l'OCDE, les dépenses sont définies de la manière suivante: les dépenses correspondent aux montants des chèques émis et paiements au comptant réalisés au cours d'une période donnée, quelle que soit la date d'ouverture ou d'engagement des crédits (dans le cas des crédits publics) (OCDE, 2016, p. 414).

4.2 Exécution des activités de la recherche et du développement

Intensité de la R-D

L'intensité de la R-D³ est souvent prise comme mesure relative des ressources qu'un pays consacre à l'exécution des activités de recherche et développement. Elle correspond au rapport entre les dépenses totales de R-D intra-muros et le PIB⁴.

En 2019, l'intensité de la R-D de la Suisse était de 3,15 % (graphique B 4.3), et se trouvait donc au-dessus de la moyenne de l'OCDE (2,51 %). La Suisse arrivait ainsi au sixième rang des pays comparés, derrière Israël (5,14 %), la Corée du Sud (4,63 %), la Suède (3,39 %), les États-Unis (3,18 %) et l'Allemagne (3,17 %). L'Italie occupait la dernière place avec 1,46 %.

L'intensité de la R-D a augmenté dans presque tous les pays comparés entre 2000 et 2019. En Suisse, elle a progressé de 0,89 point de pourcentage (de 2,26 % à 3,15 %). Sa progression était plus importante en Corée du Sud (2,5), en Chine (1,34), en Autriche (1,24) et en Israël (1,21) (graphique B 4.4)⁵.

Dépenses par secteur

À considérer l'exécution de la recherche et du développement sous l'angle des dépenses de R-D par secteur, on observe qu'en 2019, les entreprises privées étaient en Suisse les acteurs principaux, avec 15,5 milliards de francs ou 68 % de l'ensemble des dépenses de R-D⁶. Cette part était de 90 % en Israël, de 80 % en Corée du Sud et de 76 % en Chine (graphique B 4.5). En Suisse, les universités et hautes écoles spécialisées des cantons ainsi que les écoles polytechniques fédérales financées par la Confédération jouaient aussi un rôle important dans l'exécution de la R-D. Leur part dans

³ Par analogie aux statistiques de l'OFS, le terme « intensité de R-D » est utilisé dans le présent rapport pour exprimer la part des dépenses de R-D rapportées au PIB. Cette notion est parfois également appelée le « taux de R-D ».

⁴ L'intensité de la R-D se calcule en divisant le total des dépenses de la R-D intra-muros par le PIB. Cette opération permet de mettre directement en rapport le montant des dépenses de R-D avec le poids économique d'un pays (OFS, 2021).

⁵ En interprétant les données de la Suisse, il faut veiller à ce qui suit: (1) Dans le cadre des révisions standards de la comptabilité nationale (CN) appliquées dans tous les États de l'UE et de l'AELE, dont la Suisse fait partie, a eu lieu une révision de la statistique suisse du PIB. (2) En outre, lors du dernier relevé de données pour la statistique suisse de R-D, certaines entreprises ont corrigé les réponses qu'elles avaient données lors des précédentes enquêtes. C'est pourquoi il a fallu réviser les données de 2012, 2015 et 2017. De ce fait, les dépenses de R-D ont diminué tandis que le PIB augmentait, ce qui a entraîné une baisse marquée de l'intensité de la R-D en Suisse (OFS, 2021). Exemple: selon les chiffres publiés en 2019, l'intensité de la R-D de la Suisse était de 3,37 % du PIB en 2017. Sur la base des données révisées, elle n'est plus que de 3,03 % (soit une diminution d'env. 0,3 point de pourcentage).

⁶ La petite différence de trois points de pourcentage entre la part au financement de l'économie privée (65 %) et sa part à l'exécution (68 %) découle des flux financiers entre le financement et l'exécution (cf. partie A, graphiques A 4.1 et A 4.2).

les dépenses totales de R-D était de 29 % en 2019. Singapour (28 %) et les Pays-Bas (28 %) présentaient des valeurs semblables. Parmi les pays où l'exécution des activités de R-D par l'État représente une part importante des dépenses totales de R-D, citons la Chine (15 %) et l'Allemagne (14 %). En Suisse, la part de l'État dans le total des dépenses intérieures brutes de R-D était de 1 % seulement.

4.3 Accès au capital-risque

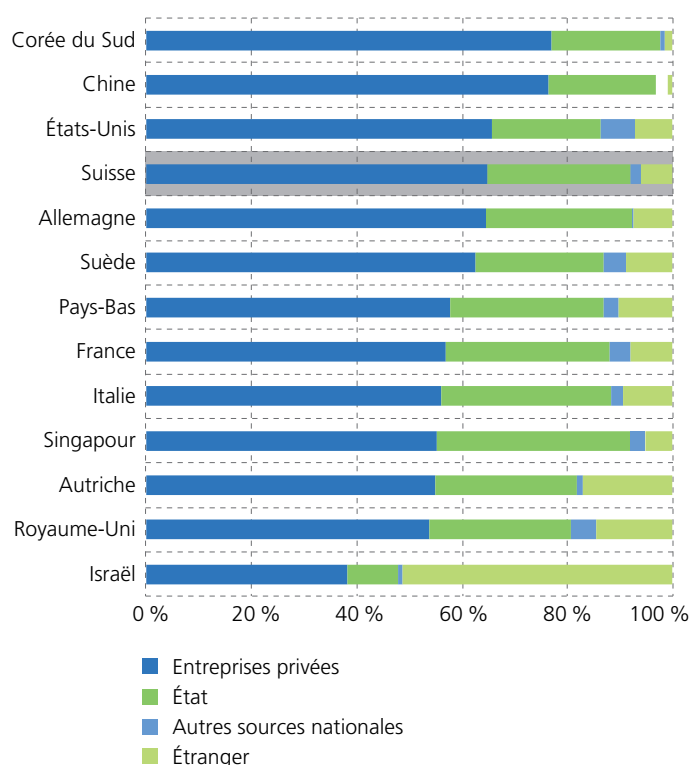
La création d'entreprises innovantes constitue un bon moyen de diffusion sur le marché de nouveaux savoirs et de nouvelles technologies. En phase de démarrage, les jeunes entreprises innovantes du monde entier sont de plus en plus soutenues par des capitaux provenant de réseaux d'investisseurs prêts à partager le risque lié à un projet. Les investisseurs en capital-risque (« venture capitalists ») mettent aussi à disposition leur réseau et leur expérience au moment de la création et des premières étapes de développement de jeunes entreprises innovantes.

En 2020, le ratio entre les investissements en capital-risque et le PIB se situait entre 0,02 % et 0,09 % pour la bonne moitié des pays comparés (graphique B 4.6). Avec une part de 0,63 % du PIB, les États-Unis caracolaient en tête, suivis par la Corée du Sud (0,16 %). La Suisse présentait un taux de 0,08 % du PIB, dont 0,05 % étaient investis dans la catégorie intermédiaire des trois phases (1 : Amorçage (« Seed »); 2 : Démarrage et autre stade initial (« Start-up and other early stage »); 3 : Stade ultérieur (« Later stage venture »)⁷) (graphique B 4.6).

Bibliographie

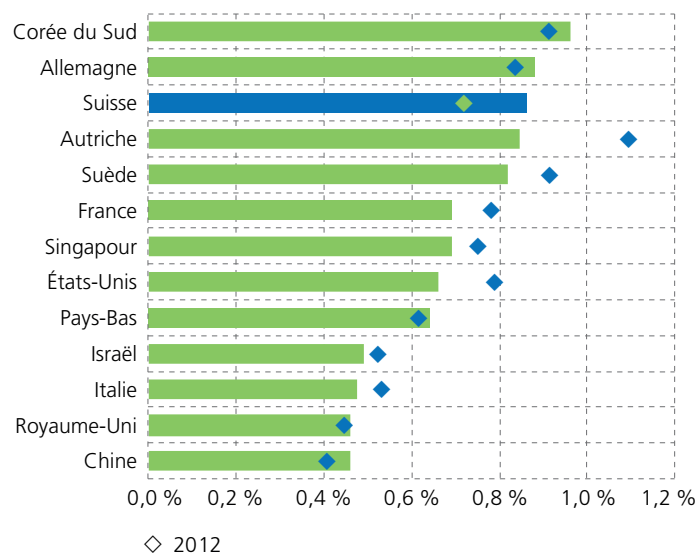
OCDE (2016): Manuel de Frascati 2015. Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental. Paris: Éditions OCDE.
OFS (2021): Recherche et développement en Suisse 2019. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.

Graphique B 4.1 : Financement – dépenses intra-muros de R-D selon le secteur, 2019

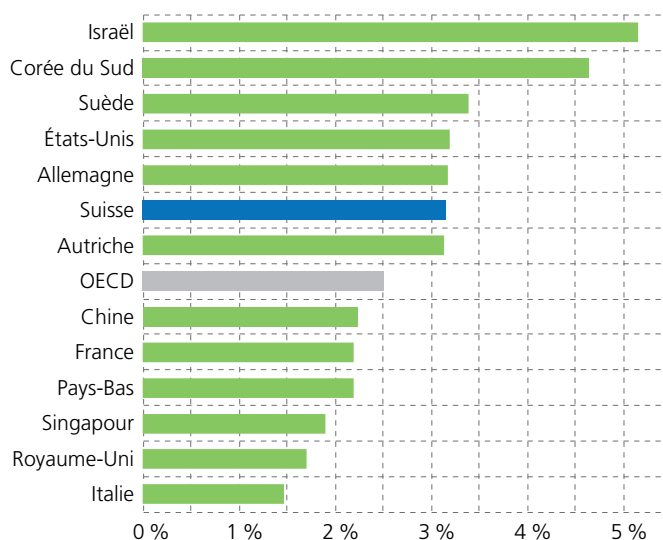


Données non disponibles pour « Autres sources nationales » : Chine
Source : OCDE

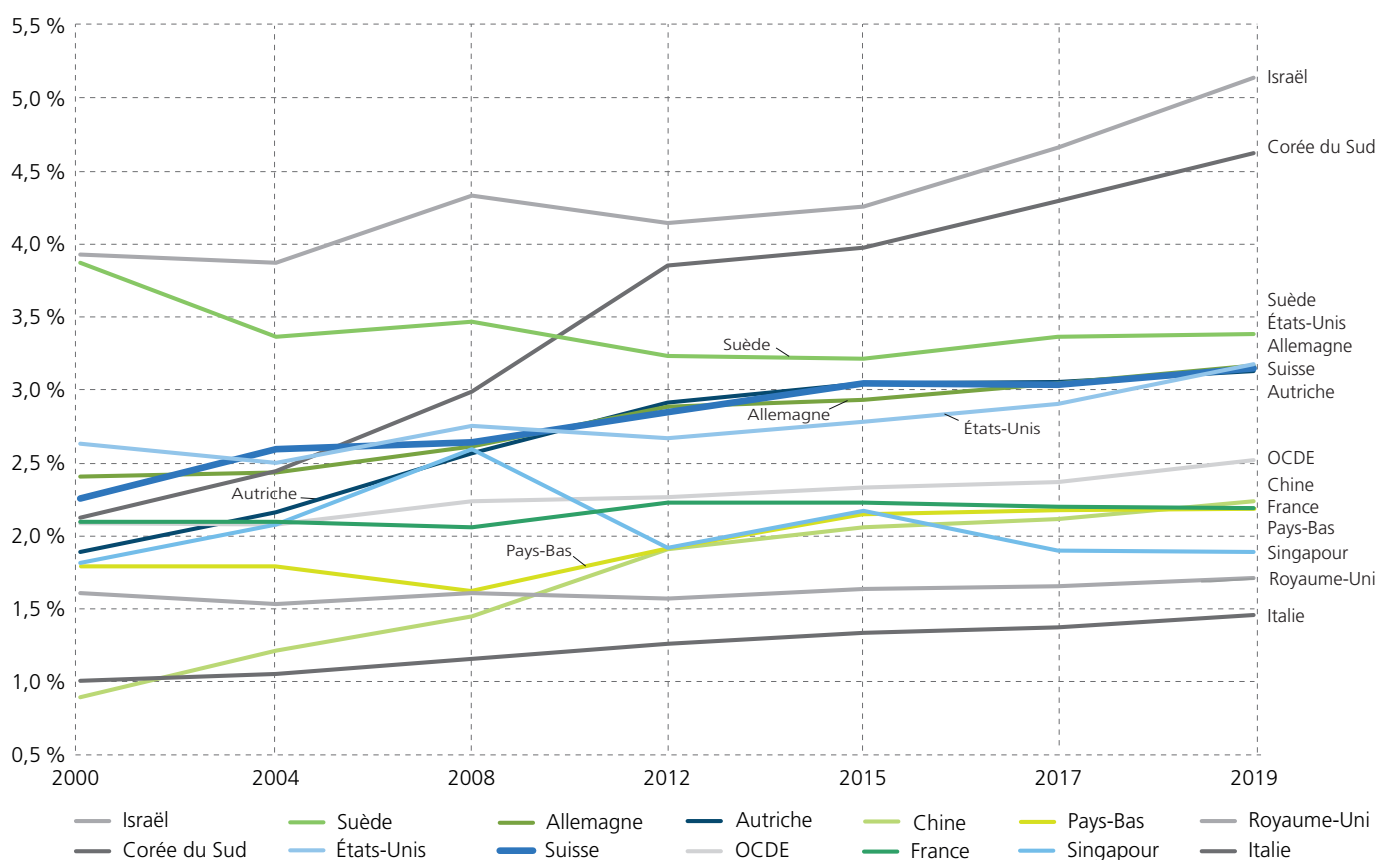
⁷ Selon l'OCDE, les fournisseurs de données des différents pays n'utilisent pas des concepts et définitions uniformes pour les phases de capital-risque. C'est pourquoi l'OCDE a développé un modèle de phases qui intègre les différents concepts des différents pays et qu'elle a agrégé les données originales en conséquence.

Graphique B 4.2 : Financement – dépenses intra-muros de R-D de l'État, en pourcentage du PIB, 2019

Exception à l'année de référence 2012 : Suède (2013)
Source : OCDE

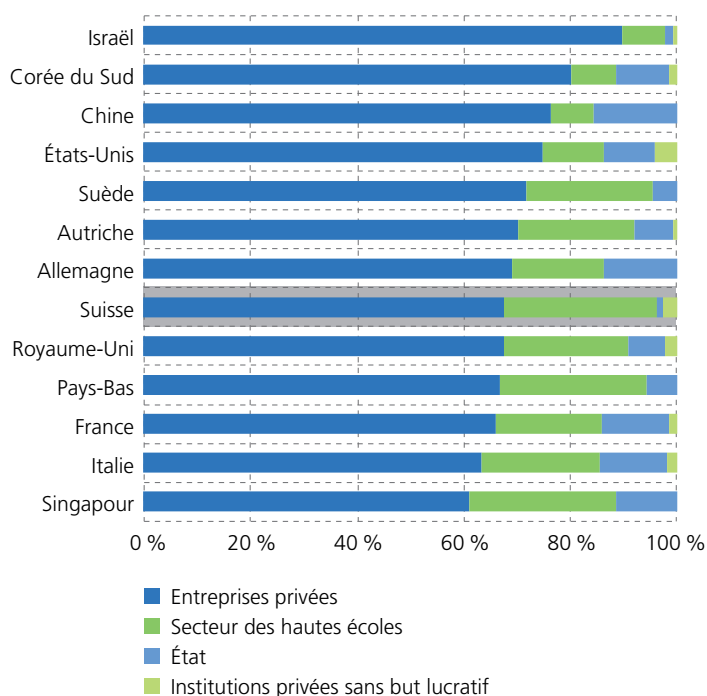
Graphique B 4.3 : Exécution – dépenses intra-muros de R-D, en pourcentage du PIB, 2019

Source : OCDE

Graphique B 4.4 : Exécution – Évolution des dépenses de R-D en pourcentage du PIB, 2000-2019

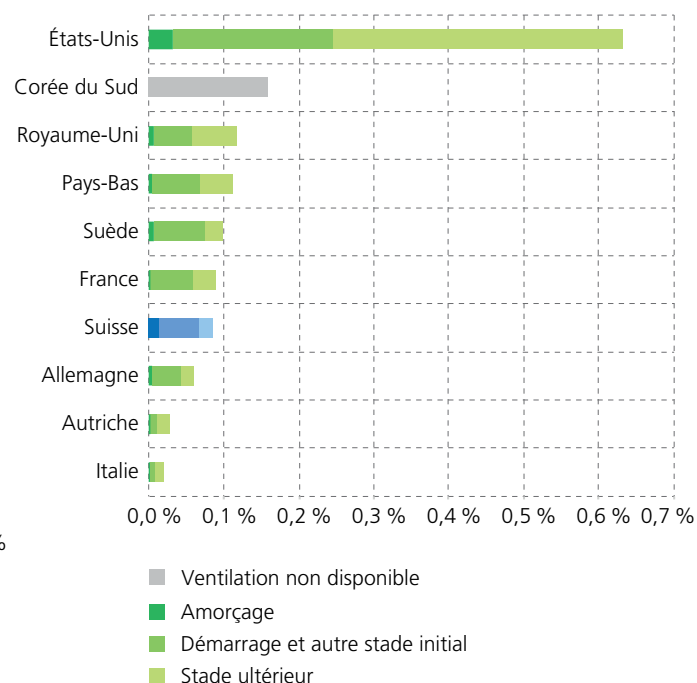
Données pour la Suisse : en septembre 2020, une révision du PIB a été effectuée sur l'ensemble de la période. De plus, lors du dernier relevé de données, certaines entreprises ont corrigé les réponses qu'elles avaient fournies dans le cadre de relevés précédents. Par conséquent, les données des années 2012, 2015 et 2017 ont dû être ajustées.
Exception à l'année de référence 2000 : Suède (2001)
Source : OCDE

Graphique B 4.5 : Exécution – dépenses intra-muros de R-D selon le secteur, 2019



Données non disponibles pour «Institutions privées sans but lucratif» :
Chine, France, Pays-Bas, Singapour
Source : OCDE

Graphique B 4.6 : Investissements en capital-risque, en pourcentage du PIB, 2020



Exception à l'année de référence 2020 : États-Unis (2019)
Données non disponibles : Chine, Israël, Singapour
Source : OCDE

5 Participation de la Suisse aux programmes-cadres pour la recherche et l'innovation de l'Union européenne, en particulier à Horizon 2020

Les programmes-cadres pluriannuels de l'UE pour la recherche et l'innovation (PCRI) sont les principaux instruments de l'UE pour mettre en œuvre sa politique en matière de science et d'innovation. La participation aux PCRI est d'une importance capitale pour la recherche et l'innovation en Suisse. Elle donne aux institutions, aux entreprises ainsi qu'aux chercheurs la possibilité de collaborer avec des partenaires étrangers, d'échanger des connaissances et d'utiliser des infrastructures.

La Suisse participe aux PCRI depuis 1987 sous plusieurs formes¹. Les données du 3^e au 8^e PCRI (Horizon 2020) sont analysées ci-après. L'accent est mis sur Horizon 2020. La Suisse a été partiellement associée à Horizon 2020 de 2014 à 2016 et pleinement associée de 2017 à 2020. En ce qui concerne le 9^e PCRI en cours (Horizon Europe, 2021-2027), les données actuellement disponibles sont encore insuffisantes pour tirer des enseignements pertinents (état août 2022). De 2021 à 2022, la Suisse a participé à Horizon Europe en tant que pays tiers non associé. La manière dont la Suisse y participera à l'avenir est encore incertaine pour le moment (état août 2022).

5.1 Évolution du nombre des participations suisses et des contributions allouées à des acteurs R-I en Suisse

Le nombre des participations suisses à des projets des PCRI a augmenté continuellement depuis 1992, parallèlement à l'accroissement du budget des PCRI. En 1992, la Suisse était impliquée dans 69 projets² et a atteint son plus haut niveau en 2019 avec 847 participations. En 2021, la Suisse comptait 675 participations (graphique B 5.1)³.

Les contributions des PCRI versées aux acteurs R-I en Suisse ont également évolué parallèlement à l'augmentation continue des budgets des PCRI. En 1992, ces contributions s'élevaient à

43,9 millions de francs suisses ; en 2020, elles étaient au plus haut à 534,1 millions de francs. En 2021, elles totalisaient 388,2 millions de francs (graphique B 5.2).

Le recul du nombre de participations et du montant des contributions versées pour 2021 s'explique par l'achèvement d'Horizon 2020.

Financement des PCRI

Les programmes-cadres de l'UE pour la recherche et l'innovation (PCRI) sont financés d'une part par les contributions ordinaires versées par les États membres de l'UE. D'autre part, les pays associés ont versé, jusqu'au 8^e PCRI inclus, des contributions proportionnelles à leur produit intérieur brut (PIB). Pour le 9^e PCRI en cours (Horizon Europe), l'UE a fixé un nouveau mécanisme de financement. Selon le nouveau principe « pay as you go », chaque pays associé paie un montant équivalent à celui qui est octroyé à ses chercheurs par le biais du financement de projets de l'UE.

5.2 Horizon 2020

Les données ci-dessous se rapportent au 8^e PCRI Horizon 2020 (2014-2020), en prenant en compte les données comprises entre le 1^{er} janvier 2014 et le 4 décembre 2021 (date limite de collecte des données).

Participations suisses⁴

Avec 487 participations par million d'habitants à Horizon 2020, la Suisse se situait au deuxième rang des pays comparés, derrière les Pays-Bas (558 participations) et devant l'Autriche (483) (graphique B 5.3).

Contributions versées à des acteurs R-I en Suisse

Les acteurs R-I en Suisse ont reçu au total 2555 millions de francs entre 2014 et 2020 dans le cadre d'Horizon 2020 (graphique B 5.4), soit 4 % de l'ensemble des contributions versées. Avec ce montant, la Suisse se classe au quatrième avant-dernier rang des pays comparés, directement derrière les Pays-Bas (4976 millions CHF), et devant la Suède (2163 millions CHF), l'Autriche (1796 millions CHF) et Israël (1243 millions CHF). Les premières places sont occupées par l'Allemagne (9397 millions CHF), le Royaume-Uni (7661 millions CHF), la France (7083 millions CHF) et l'Italie (5301 millions CHF).

¹ Voir partie A, chapitre 6.1 pour de plus amples informations.

² Concernant le nombre de participations, il convient ici de tenir compte de l'élément suivant : 1992 correspond à la première année du 3^e PCRI. Au commencement d'une génération de PCRI, le nombre de participations à des projets est, la plupart du temps, inférieur à celui enregistré les années suivantes. Cela s'explique par le délai entre la publication des premiers appels à propositions et l'approbation ainsi que le lancement des projets.

³ Les données des années 1992 à 2021 sont présentées dans les graphiques B 5.1 et B 5.2. Au début ou à la fin d'une génération de PCRI, il y a à chaque fois un chevauchement des données du programme qui s'achève avec celles du programme qui commence. Sont ainsi prises en compte, par exemple pour les années 2014 et 2015, les données du 8^e PCRI (Horizon 2020) avec des données du 7^e PCRI. À partir de 2016, les données portent exclusivement sur Horizon 2020 (2014-2020). Bien que la période d'Horizon 2020 se soit achevée à la fin de l'année 2020, des données concernant ce PCRI sont comptabilisées aussi en 2021. Cela s'explique par le fait que le démarrage de projets consécutifs aux appels à propositions n'a souvent lieu que l'année suivante (ou plus tard).

⁴ Les données relatives à Horizon 2020 (8^e PCRI) sont susceptibles d'évoluer. Un bilan plus précis est attendu en 2023.

La contribution moyenne allouée aux participations suisses s'est élevée à 606 300 francs suisses entre 2014 et 2020 (graphique B 5.5)⁵. Ce montant place la Suisse au deuxième rang de ce classement derrière Israël (675 000 CHF). Les Pays-Bas (520 500 CHF) et l'Allemagne (525 800 CHF) occupent les places suivantes. Tous les pays comparés se situaient au-dessus de la moyenne des États membres de l'UE et des pays associés, qui s'établissait à 307 600 francs suisses.

Taux de succès des propositions de projet

Dans le cadre d'Horizon 2020, la Commission européenne a accordé un financement à près de deux propositions de projet sur dix soumises par des acteurs suisses R-I en Suisse. Le taux de succès des propositions de projet s'établissait ainsi à 17,5 %⁶ (graphique B 5.6). Ce taux place la Suisse au troisième rang des pays comparés avec un taux identique à celui des Pays-Bas et très légèrement inférieur à ceux de la France (17,8 %) et de l'Autriche (17,6 %). Avec ce taux, la Suisse se situe trois points de pourcentage au-dessus de la moyenne de tous les États membres et pays associés (14,5 %). Ce résultat met en évidence la très bonne qualité des propositions de projets venant de Suisse.

Les bourses ERC

Le Conseil européen de la recherche (European Research Council, ERC) est une institution créée en 2007 par la Commission européenne pour encourager la recherche fondamentale. L'ERC encourage en premier lieu des projets de recherche prometteurs de scientifiques issus de toutes les disciplines et leur octroie des bourses richement dotées.

Trois types de bourses sont accordées dans le cadre de processus compétitifs :

- Starting Grants : pour des chercheurs en début de carrière comptant deux à sept ans d'expérience après leur doctorat ;
- Consolidator Grants : pour des chercheurs de haute volée comptant sept à douze ans d'expérience après le doctorat ;
- Advanced Grants : pour des chercheurs chevronnés et établis dans le paysage scientifique.

Entre 2014 et 2020, les chercheurs actifs en Suisse ont obtenu 157 Starting Grants (5,4 % de l'ensemble des Starting Grants attribués dans la période de référence), 130 Consolidator Grants (5,5 %) et 123 Advanced Grants (7,2 %) (graphique B 5.7). La Suisse se classe ainsi au cinquième rang des pays comparés, derrière le Royaume-Uni, l'Allemagne, la France et les Pays-Bas.

Si l'on considère les types de bourses ERC allouées par rapport à la population, on constate que dans l'ensemble, 47 ERC Grants par million d'habitants ont été allouées aux chercheurs en Suisse entre 2014 et 2020. La Suisse occupait donc la première place des pays comparés devant Israël (37) et les Pays-Bas (35). Le Royaume-Uni (20), la France (14) et l'Allemagne (13) arrivaient en bas de ce classement devant l'Italie (6), qui fermait la marche.

⁵ Pour déterminer la contribution moyenne, le total des contributions versées aux acteurs R-I en Suisse est divisé par le nombre de participations.

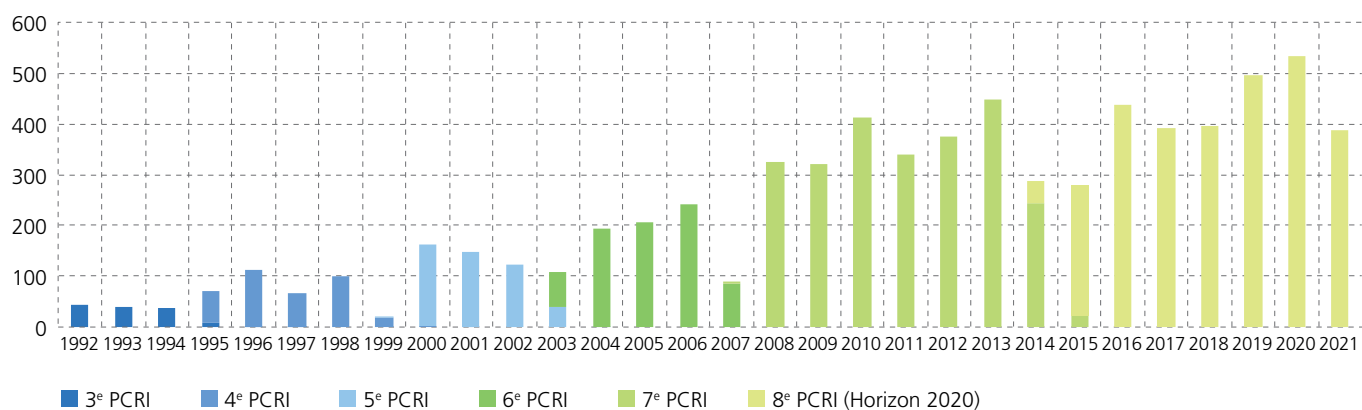
⁶ Pour calculer le taux de succès, le total des propositions de projet déposées est divisé par le nombre de projets approuvés.

Graphique B 5.1 : Nouvelles participations suisses aux PCRI, 1992-2021



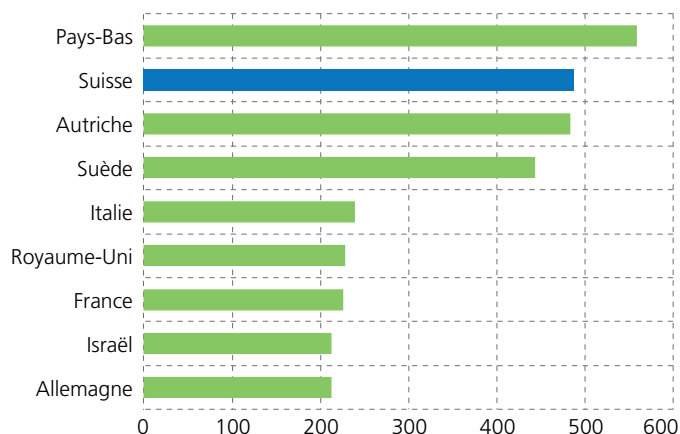
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : Commission européenne, SEFRI

Graphique B 5.2 : Contributions allouées à des acteurs R-I en Suisse dans le cadre des PCRI, en millions de francs suisses, 1992-2021



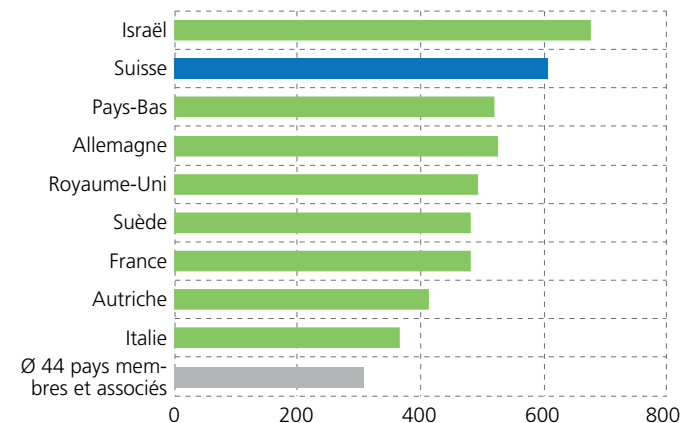
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : Commission européenne, SEFRI

**Graphique B 5.3 : Nombre de participations
à Horizon 2020 par million d'habitants, 2014-2020**



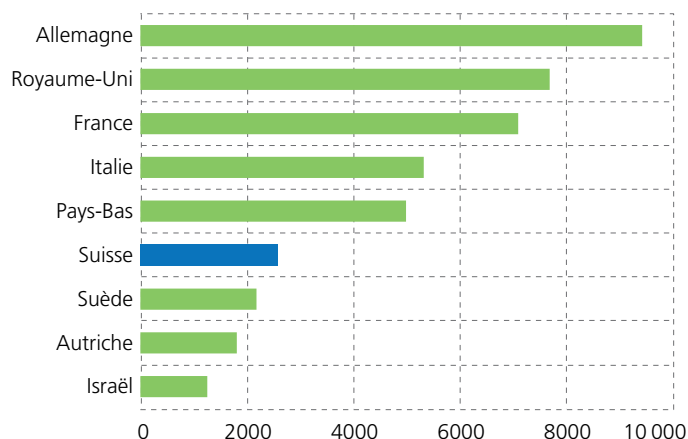
Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCRI.
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : Commission européenne, SEFRI

**Graphique B 5.5 : Contribution moyenne par participation
à Horizon 2020, en milliers de francs suisses, 2014-2020**



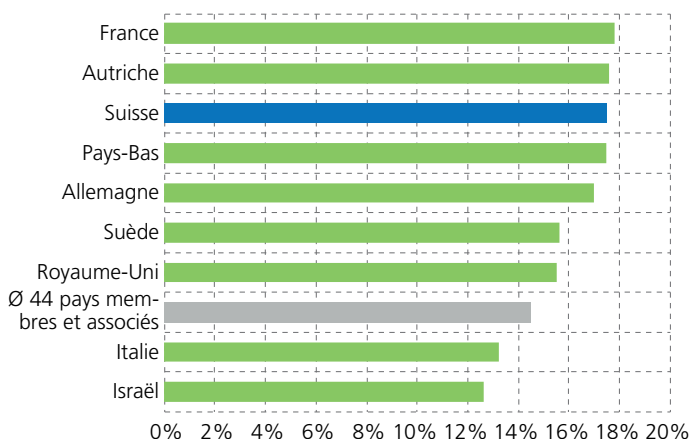
Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCRI.
Moyenne des 44 pays membres et associés = 307 600 francs suisses
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : Commission européenne, SEFRI

**Graphique B 5.4 : Contributions allouées dans le cadre
d'Horizon 2020, en millions de francs suisses, 2014-2020**



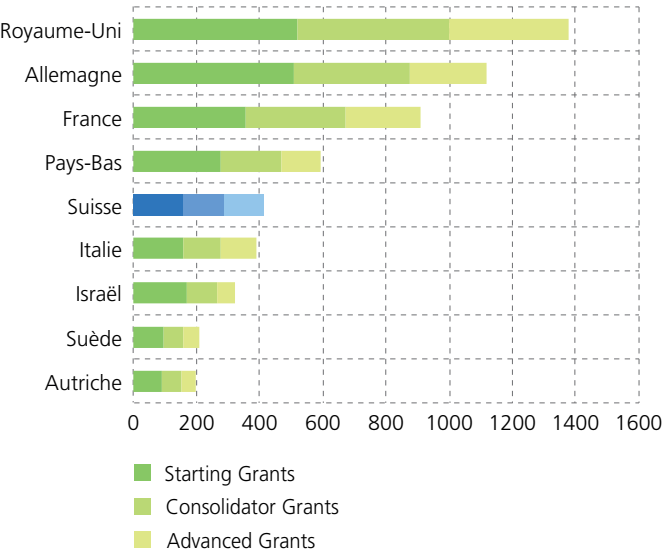
Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCRI.
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : Commission européenne, SEFRI

**Graphique B 5.6 : Taux de succès des propositions
de projets présentées dans Horizon 2020, 2014-2020**



Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCRI.
Moyenne des 44 pays membres et associés = 14,5 %
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : Commission européenne, SEFRI

Graphique B 5.7 : Nombre de bourses ERC, 2014-2020



Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCRI.
Date de référence : 4 décembre 2021
Source : ERC

6 Publications scientifiques

Pour les chercheurs, la publication d'articles dans des revues scientifiques représente le principal moyen de diffusion des connaissances. Plus la revue est renommée – ce qui s'accompagne d'un contrôle qualité strict (processus de revue par les pairs ou peer review) –, plus la réputation des scientifiques augmente. Les publications reflètent par conséquent les contributions au progrès du savoir et sont souvent à la base d'innovations importantes. Mesurer la production et l'impact des publications ainsi que les activités de coopération entre les auteurs permet d'évaluer la place de la Suisse dans la production des savoirs.

6.1 Volume de publications

Une première mesure de la performance scientifique d'un pays consiste à comparer le volume de ses publications par rapport à la production mondiale totale. Sont prises en compte les revues scientifiques de renommée internationale (voir définition ci-dessous). L'analyse par domaine de recherche indique les forces et les faiblesses d'un pays dans les différents champs scientifiques.

Durant la période 2016-2020, la part des publications suisses dans l'ensemble des publications mondiales était d'environ 1 % (tableau B 6.1). La Suisse était à égalité avec la Suède, qui atteignait aussi une part de 1 %. Les États-Unis dominaient largement le classement (19,6 %), suivis de la Chine (15,6 %), en forte progression. La Suisse a affiché un taux de croissance annuel marqué avec une moyenne de 7,6 % entre 2012 et 2020. Seuls la Chine et Singapour ont connu une progression encore plus forte.

Entre 2016 et 2020, par rapport à la taille de sa population, la Suisse figurait en tête des pays comparés avec 8015 publications par année et par million d'habitants. Cet indicateur témoigne de la productivité supérieure à la moyenne de la recherche scientifique suisse.

En Suisse, les domaines de recherche les plus représentés dans les publications durant la période 2016-2020 étaient les suivants : « Médecine clinique » (27 %), « Sciences de la vie » (23 %) et « Physique, chimie et sciences de la Terre » (22 %) (graphique B 6.2). Ces valeurs ne différaient guère de celles des États-Unis. La Suisse affichait cependant un score plus élevé dans le domaine « Physique, chimie et sciences de la Terre » mais plus faible dans le domaine « Sciences sociales et du comportement ».

6.2 Impact des publications

Outre le nombre d'articles parus dans des revues scientifiques, il faut également tenir compte de l'impact de la publication, c'est-à-dire de l'attention que les chercheurs lui portent. On recourt pour ce faire à un indicateur relatif à la fréquence à laquelle une publication est citée (facteur d'impact).

Pendant la période 2016-2020, la Suisse était très bien classée selon cet indicateur, en troisième position derrière les Pays-Bas et le Royaume-Uni (graphique B 6.3). Les publications de chercheurs établis en Corée du Sud et en Chine figuraient en dernière place et ont donc eu un impact plus faible que la moyenne mondiale.

Durant la période 2016-2020, les publications ayant eu l'impact le plus élevé en Suisse provenaient des trois domaines de recherche « Agriculture, biologie et sciences de l'environnement », « Sciences techniques et de l'ingénieur, informatique » et « Physique, chimie et sciences de la Terre » (graphique B 6.4). Dans l'ensemble, les valeurs de tous les domaines scientifiques (y compris « Sciences de la vie », « Médecine clinique », « Sciences sociales et du comportement » ainsi que « Sciences humaines et arts ») se situaient au-dessus des moyennes mondiale et européenne. Ce résultat pourrait être le reflet des investissements particulièrement importants que la Suisse consent dans la recherche fondamentale, surtout en sciences exactes et en sciences naturelles.

Les publications de chercheurs établis en Suisse ont eu un impact similaire, voire parfois supérieur, à celles émanant de chercheurs établis aux États-Unis dans la plupart des disciplines à l'exception des domaines « Sciences sociales et du comportement » et « Sciences humaines et arts », où les États-Unis ont excellé.

6.3 Collaborations internationales

La proportion de publications cosignées par des chercheurs de plusieurs pays constitue un indicateur d'intégration dans les réseaux internationaux et des échanges de savoirs.

Pour la Suisse, la proportion de publications reposant sur des partenariats internationaux se montait à 84 % durant la période 2016-2020. Le pays se classait ainsi en deuxième position, derrière l'Autriche (85 %) et devant la Suède (82 %) (graphique B 6.5). La part des partenariats internationaux a augmenté de cinq points de pourcentage pour la Suisse depuis la période 2008-2012, où elle se situait à 79 %, déjà au premier rang à l'époque. Les plus fortes augmentations ont été enregistrées par Singapour (+15 points de pourcentage), la Corée du Sud (+14) et Israël (+13)¹.

¹ Pour une analyse plus détaillée, voir « Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020 » (SEFRI, 2022).

Les limites de l'analyse bibliométrique

La bibliométrie ne recense que les articles scientifiques, alors que de nombreuses disciplines scientifiques diffusent leurs résultats sous forme de communications orales, de monographies et d'ouvrages (p. ex. en sciences humaines), de brevets ou de rapports ad hoc (p. ex. dans la recherche appliquée).

La bibliométrie se fonde principalement sur les revues scientifiques anglophones. De nombreux articles qui ne sont pas écrits en anglais (ce qui est particulièrement fréquent en sciences humaines et sociales) sont par conséquent exclus des banques de données bibliométriques.

L'impact d'un article est calculé d'après le nombre de fois où il est cité dans d'autres articles : si une publication trouve une grande résonance auprès des chercheurs, on en conclut que cet article est important et donc bon. Toutefois, les effets de mode peuvent fausser les résultats ; de plus, la reconnaissance d'une contribution scientifique peut arriver très tardivement.

Bibliographie

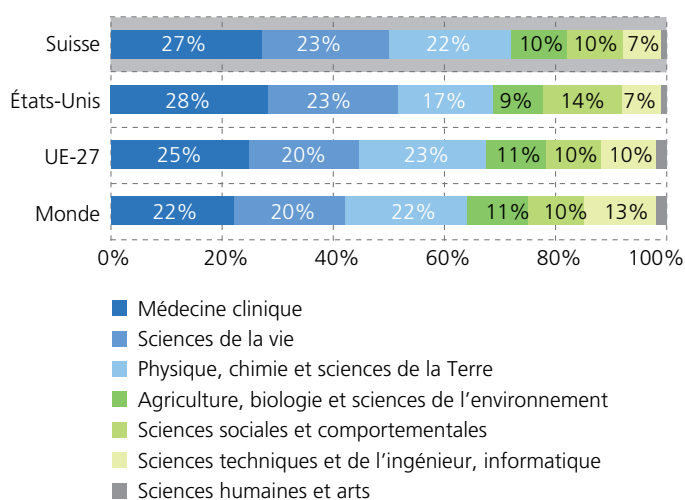
SEFRI (2022) : Publications scientifiques en Suisse, 2008-2020.
Berne : Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation.

Tableau B 6.1 : Publications scientifiques

	Publications par année et par million d'habitants, 2016-2020	Part des publications mondiales, 2016-2020	Taux de croissance annuel moyen du volume de publications, 2012-2020
Suisse	8015	1,0 %	7,6 %
Suède	6487	1,0 %	7,2 %
Pays-Bas	6234	1,6 %	6,2 %
Singapour	5462	0,5 %	9,0 %
Royaume-Uni	4497	4,5 %	6,6 %
France	4245	4,3 %	5,2 %
Israël	4056	0,5 %	5,7 %
États-Unis	3958	19,6 %	5,6 %
Autriche	3890	0,5 %	6,6 %
Italie	3834	3,5 %	4,3 %
Allemagne	3397	4,3 %	6,4 %
Corée du Sud	3284	2,6 %	7,5 %
Chine	739	15,6 %	17,3 %

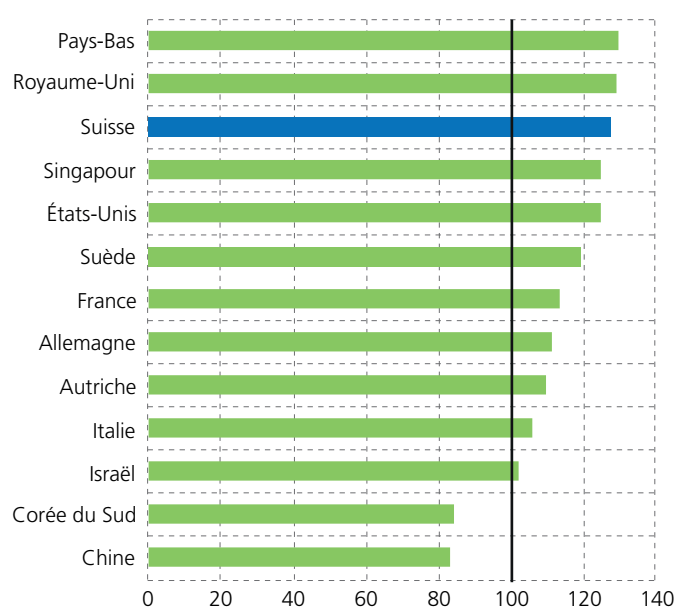
Classé en fonction du nombre de publications par million d'habitants
Source : SEFRI

Graphique B 6.2 : Publications scientifiques selon
le domaine de recherche, moyenne 2016-2020



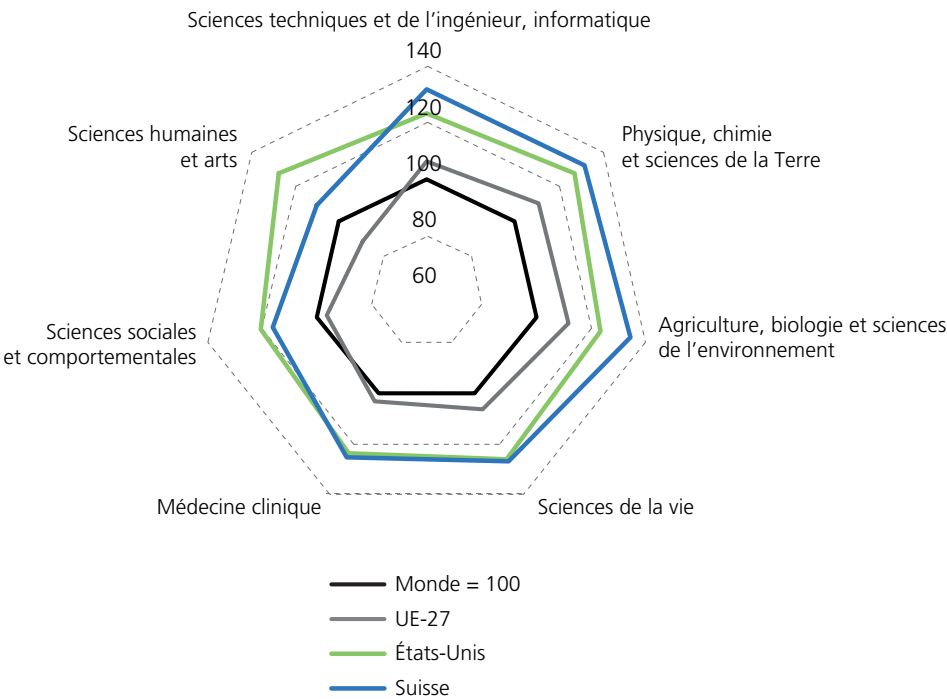
Source : SEFRI

Graphique B 6.3 : Impact des publications,
moyenne 2016-2020



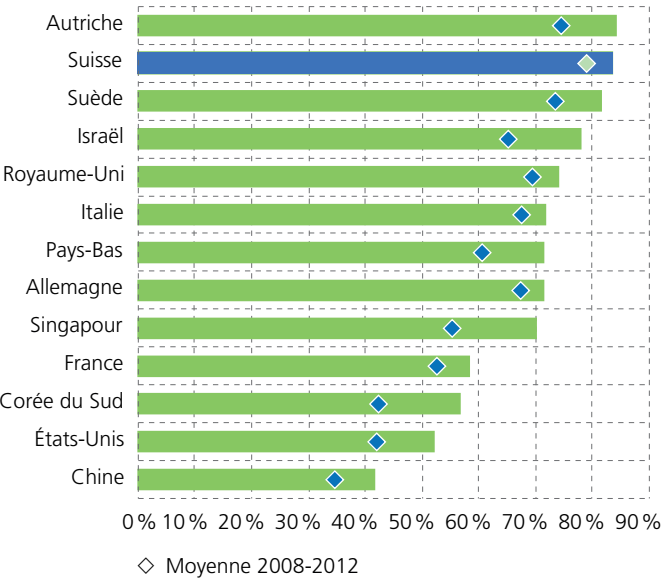
Indice relatif de citation : 100 = moyenne mondiale
Source : SEFRI

Graphique B 6.4 : Impact des publications selon le domaine de recherche, moyenne 2016-2020



Source : SEFRI

Graphique B 6.5 : Part des partenariats internationaux dans l'ensemble des publications en coopération, moyenne 2016-2020



Source : SEFRI

7 Brevets

Un nombre élevé d'inventions est fondamental pour assurer la compétitivité technologique d'un pays (Arvanitis et al., 2015). Dans cette perspective, le brevet joue un rôle essentiel pour l'innovation. Il protège juridiquement une invention technique¹ et donne ainsi à l'inventeur les moyens juridiques de s'opposer à ce qu'un tiers fabrique, utilise, vende, importe ou distribue l'invention à des fins commerciales sans son accord. Les entreprises ont la possibilité de faire du commerce avec leurs inventions, par exemple en les vendant ou en concédant une licence à des tiers. Les brevets facilitent ainsi la commercialisation du savoir, tout en permettant d'amortir les dépenses de R-D et tout en garantissant un avantage concurrentiel. De par l'obligation de divulguer les détails de l'invention dans la demande de brevet de telle manière qu'une personne qualifiée puisse reproduire le produit, les brevets contribuent notamment au transfert de technologie (SEFRI, 2016 & 2020).

Les demandes de brevet interviennent à l'issue des travaux de R-D. Ils figurent parmi les indicateurs les plus couramment utilisés pour mesurer le savoir technique que produit une économie (OCDE, 2009). Ces indicateurs ont pour principal avantage de couvrir un large éventail de technologies et d'avoir un lien étroit avec les inventions. De plus, ils reposent sur des données internationalement comparables et disponibles dans le monde entier. Les statistiques de brevets ont toutefois des limites, car de nombreux brevets ne sont pas exploités commercialement et n'ont donc que très peu d'utilité pour la société. En outre, toutes les inventions ne sont pas brevetées. En effet, s'il existe d'autres moyens pour se prémunir contre l'imitation (p. ex. l'avance accumulée sur les entreprises concurrentes ou le secret), les brevets s'avèrent alors moins utiles.

7.1 Brevets nationaux et internationaux

De nombreux pays disposent d'offices nationaux de brevets en charge de protéger les inventions à l'échelle nationale. En Suisse, c'est l'Institut fédéral de la propriété intellectuelle (IPI) qui examine et délivre les droits de propriété industrielle.

Toutefois, en raison de la mondialisation de la R-D, seules quelques-unes des innovations développées dans notre pays font l'objet d'une demande prioritaire² auprès de l'IPI (SEFRI, 2020). En effet, au-delà de l'échelle nationale, il est également possible de déposer une demande de brevet auprès de l'Office européen des brevets (OEB). Cette demande unique permet d'obtenir une protection dans la plupart des pays européens. Administré par l'Organisation

mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), le Traité de coopération en matière de brevets (Patent Cooperation Treaty, PCT) offre également la possibilité d'obtenir une protection dans un grand nombre de pays en déposant une seule demande de brevet.

En 2018, la contribution suisse au volume total des demandes de brevets PCT déposées par l'ensemble des pays membres de l'OCDE était modeste et correspondait à 1,5 % du total mondial, soit 2889 demandes (OCDE, 2021). Ce faible taux s'explique essentiellement par le fait que la Suisse est un petit pays. Il est plus approprié de rapporter ce chiffre à la taille de la population. Avec 339 demandes d'enregistrement de brevets PCT par million d'habitants, la Suisse arrivait en 2018 en tête des pays comparés, presque à égalité avec la Suède (338) et la Corée du Sud (336) (graphique B 7.1). La Chine occupait le dernier rang des pays comparés avec 38 demandes d'enregistrement par million d'habitants.

La Suisse a connu une augmentation des demandes de brevets de 3 % depuis 2012, ce qui est relativement faible (329 demandes en 2012 contre 339 en 2018). À l'instar de la Suisse, la plupart des pays européens comparés n'ont pas ou peu changé par rapport à 2012. Les pays asiatiques se sont quant à eux distingués en enregistrant les plus forts taux de croissance, et ce aussi bien parmi les pays qui, en 2012, affichaient déjà un niveau relativement élevé (comme la Corée du Sud avec 49 % et Singapour avec 25 %) que parmi ceux qui étaient alors à la traîne et qui ont connu une forte progression jusqu'en 2018 (comme la Chine avec 170 %).

7.2 Coopérations internationales

L'internationalisation des activités de recherche et d'innovation permet aux entreprises de mettre en commun leurs ressources destinées à l'encouragement de la recherche. Elle a été renforcée, entre autres, par une mondialisation accrue de chaînes de création de valeurs, une plus grande flexibilité dans la gestion de projets transnationaux et des différences de coûts de R-D. En outre, elle offre aux chercheurs la possibilité de collaborer avec des instituts de recherche étrangers, d'exploiter ainsi des synergies et des complémentarités et d'acquérir de nouvelles compétences technologiques (OCDE, 2009).

Cette internationalisation des activités scientifiques peut être analysée à l'aide des données fournies par les brevets. Les documents des brevets indiquent le nom de l'inventeur et du demandeur³ ainsi que leur adresse et leur pays de résidence (OCDE, 2009). L'exploitation de ces informations permet de reconstituer l'organisation géographique des activités de recherche et d'innovation.

¹ Les brevets ne sont qu'un type de protection parmi d'autres, comme les marques, les designs, les droits d'auteur, les indications de provenance, les variétés végétales et, dans certains pays, les modèles d'utilité (SEFRI, 2020).

² La demande prioritaire est la première demande déposée dans le monde auprès de n'importe quel office chargé de délivrer des brevets afin de protéger une invention donnée. La date de ce premier dépôt marque le début du délai de priorité, durant lequel une demande de protection pour l'invention en question peut être déposée dans d'autres pays (OCDE, 2009).

³ Le demandeur est le titulaire du brevet au moment de la demande. Il s'agit la plupart du temps de l'entreprise qui emploie l'inventeur. Il se peut néanmoins que l'inventeur et le demandeur soient une seule et même personne.

Brevets déposés dans le cadre de coopérations internationales

Il est possible de déposer des demandes de brevets PCT en indiquant plusieurs inventeurs. En Suisse, 39 % des 3657 demandes de brevets PCT déposées en 2018 mentionnaient au moins un co-inventeur étranger (graphique B 7.2). Plus de 67 % de ces co-inventeurs travaillaient dans des États membres de l'Union européenne (UE-27) et près de 21 % aux États-Unis (OCDE, 2021). La Suisse devançait tous les pays comparés en 2018, ce qui souligne son important maillage international. En ce qui concerne les économies chinoise et sud-coréenne, la part des demandes de brevets indiquant au moins un co-inventeur étranger était inférieure à 6 %. Si l'on compare avec 2012, tous les pays ont enregistré une faible évolution avec une marge de progression située entre 0 et 3,5 points de pourcentage.

Propriété étrangère d'inventions réalisées en Suisse

Le savoir acquis en Suisse est également exploité par des entreprises étrangères. La part des demandes de brevets PCT déposées par des entreprises sises à l'étranger pour des inventions réalisées en Suisse témoigne de l'attrait suscité par les connaissances acquises dans le pays. En 2018, la Suisse faisait partie du top 4 des pays les plus attractifs pour les investissements étrangers destinés à l'acquisition de nouvelles connaissances (graphique B 7.3). En effet, 28,1 % des 3657 demandes de brevets PCT déposées au nom d'un inventeur résidant en Suisse portaient sur des inventions détenues par des entreprises étrangères. Parmi ces dernières, 53,5 % étaient établies en Europe et 26,8 % aux États-Unis (OCDE, 2021). Avec un taux de 49,7 % de demandes de brevets PCT déposées par des entreprises étrangères, Singapour occupait la première place des pays comparés. Sur ces demandes, 48,1 % provenaient d'entreprises ayant leur siège aux États-Unis (OCDE, 2021). Le Royaume-Uni et l'Autriche précédaient également la Suisse en ce qui concerne la part de demandes de brevets déposées par des entreprises étrangères, avec un taux d'environ 34 %. La Chine et la Corée du Sud ont affiché des taux inférieurs à 10 %, donc inférieurs à la moyenne des pays de l'OCDE (13,4 %) et de celle de l'UE-27 (14 %).

Singapour a également enregistré la plus forte progression depuis 2012 (+13 points de pourcentage). Les autres pays, quant à eux, ont connu une évolution relativement modeste, majoritairement à moins d'un point de pourcentage. La Suisse a enregistré un recul de 2,5 depuis 2012 et Israël un recul de 11 points de pourcentage.

7.3 Brevets dans les technologies de l'information et de la communication (TIC) et les technologies environnementales

Le développement de nouvelles technologies et les produits qui en découlent contribuent à la création de valeur dans un pays et aux performances de celui-ci en matière d'innovation. Le numérique et le développement durable représentent des défis majeurs à l'échelle mondiale, auxquels les chercheurs et les innovateurs doivent faire face eux aussi⁴. L'analyse qui suit met l'accent sur les

demandes de brevets dans les domaines technologiques, qui peuvent s'avérer utiles pour relever ces deux défis.

Brevets dans le domaine des TIC⁵

En 2018, 11 % de l'ensemble des demandes de brevets PCT déposées en Suisse concernaient le domaine des TIC (graphique B 7.4). La Suisse figurait ainsi dans le dernier tiers des pays de référence et enregistrait un taux inférieur à la moyenne des pays de l'OCDE (25 %) et à celle de l'UE-27 (18 %). La Chine arrivait en tête du classement avec une part de 49 %. En Suède, le taux était supérieur à 40 % alors qu'en Corée du Sud, à Singapour et aux États-Unis, les taux étaient supérieurs à 30 %.

Depuis 2012, les parts des TIC dans le volume total des demandes de brevets sont restées relativement stables dans la plupart des pays. En 2012, la Suisse affichait un taux de 12,5 %, tandis que la Chine arrivait déjà en tête des pays comparés avec une part de 56 %. L'évolution la plus marquée depuis 2012 est le fait d'Israël, qui a perdu près de 12 points de pourcentage⁶.

Brevets dans les technologies environnementales

Hormis les brevets portant sur les TIC, les technologies environnementales sont considérées comme ayant un potentiel important et de bonnes chances de succès sur le marché, compte tenu des défis liés au changement climatique et des innovations demandées pour atteindre les objectifs climatiques.

En 2018, 7,5 % des demandes de brevets PCT déposées en Suisse provenaient du domaine des technologies environnementales (graphique B 7.5). La Suisse figurait ainsi en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE (10,3 %) et de celle de l'UE-27 (12,8 %) et presque à égalité avec Israël et la Chine. L'Autriche, l'Allemagne et la France affichaient les parts les plus élevées (supérieures à 13 %) dans cette branche technologique. Par rapport aux données sur les brevets dans le domaine des TIC, les différences de pourcentage entre les pays sont relativement faibles en ce qui concerne les technologies environnementales.

⁴ Le développement durable et la transformation numérique sont, avec l'égalité des chances, des thèmes transversaux du message FRI 2021-2024.

⁵ En ce qui concerne les performances en matière d'innovation, il convient de considérer l'indicateur avec prudence, car les demandes de brevets ne peuvent rendre compte pleinement des progrès réalisés dans le domaine numérique. Ces derniers sont souvent le fait d'innovations développées de plus en plus en *open source*, c'est-à-dire par le biais de logiciels accessibles, modifiables, copiables et exécutables par tous (SEFRI, 2020).

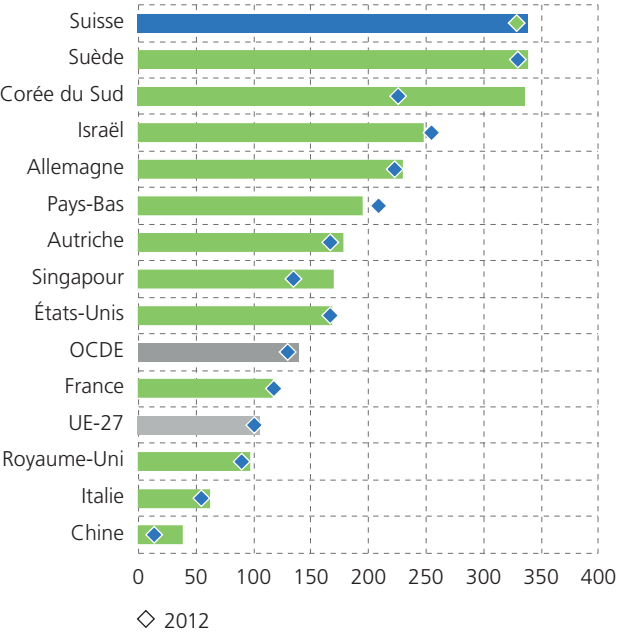
⁶ Dans le rapport « Recherche et innovation en Suisse 2020 », le nombre de demandes de brevets portant sur les TIC a été établi d'après les données relatives aux familles de brevets IP5. Par souci de cohérence, tous les indicateurs présentés au chapitre 7 du présent rapport sont basés sur les demandes PCT. L'ordre des pays est similaire pour les deux ensembles de données. À titre de comparaison, les données enregistrées en 2018 sur la base des familles de brevets IP5 sont indiquées ci-après : en Suisse, sur l'ensemble des demandes de brevets (selon les familles IP5), 15 % des demandes étaient déposées dans le domaine des TIC. La moyenne des pays de l'OCDE s'élevait à 33 %, tandis que les pays en tête du classement, à savoir la Chine (54 %), la Corée du Sud (51 %) et Singapour (49 %) enregistraient une part avoisinant 50 %.

Depuis 2012, tous les pays comparés ont enregistré une légère diminution des parts des brevets dans les technologies environnementales : la Suisse a régressé de 1,6 point de pourcentage tandis que Singapour affichait le recul le plus marqué, soit 6,9 points de pourcentage en moins.

Bibliographie

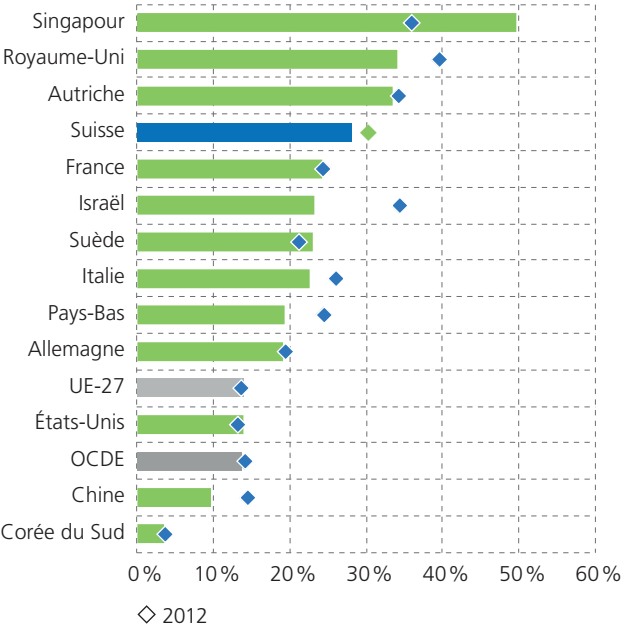
- Arvanitis, S., Seliger, F., Veseli, K., Wörter, M. (2015): Portefeuille de brevets. Étude menée sur mandat du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation SEFRI. Zurich : Centre de recherches conjoncturelles (KOF) de l'ETH Zurich.
- OCDE (2009): Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets. Disponible sous : <https://www.oecd.org/sti> > Books.
- OCDE (2021): Brevets. Disponible sous : <https://stats.oecd.org/> > Science et technologie > Brevets.
- SEFRI (2016). Recherche et innovation en Suisse 2016, partie A, chapitre 1. Berne: Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation.
- SEFRI (2020). Recherche et innovation en Suisse 2020, partie C, étude 6 : Protection de la propriété intellectuelle et innovation en Suisse. Berne: Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation.

Graphique B 7.1 : Demandes de brevets PCT par million d’habitants, 2018



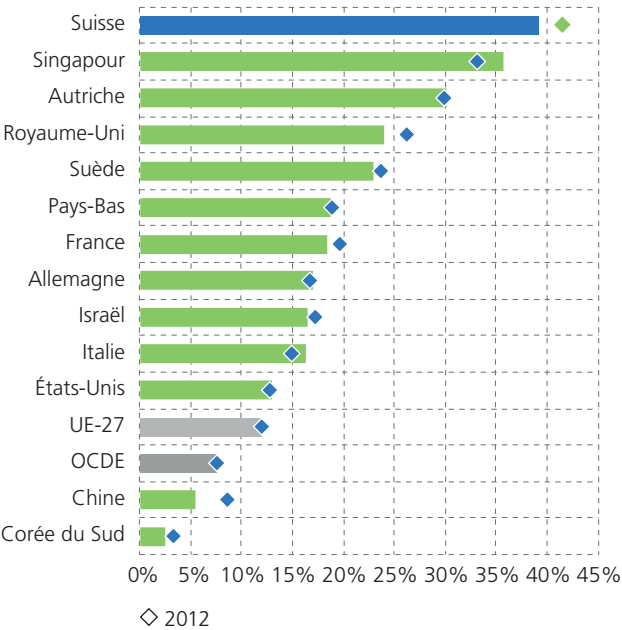
Selon la résidence des inventeurs
Source : OCDE

Graphique B 7.3 : Part des demandes de brevets PCT déposées par des entreprises ayant leur siège à l’étranger, 2018



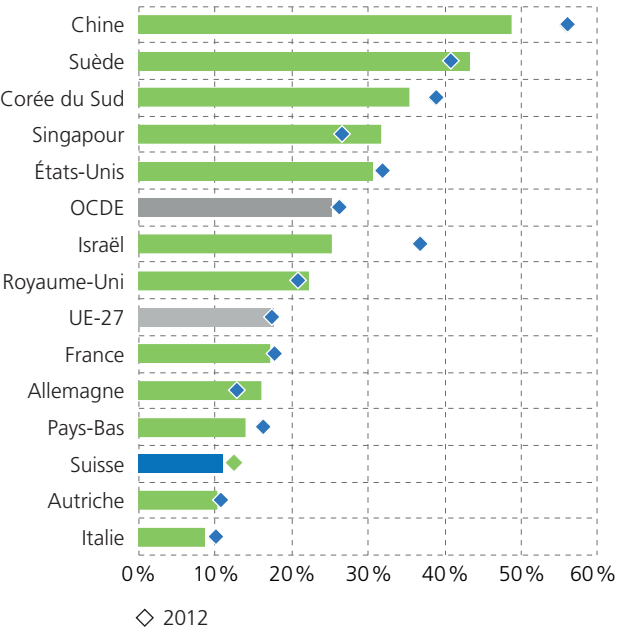
Selon la résidence des inventeurs
Source : OCDE

Graphique B 7.2 : Part des demandes de brevets PCT mentionnant au moins un co-inventeur étranger, 2018



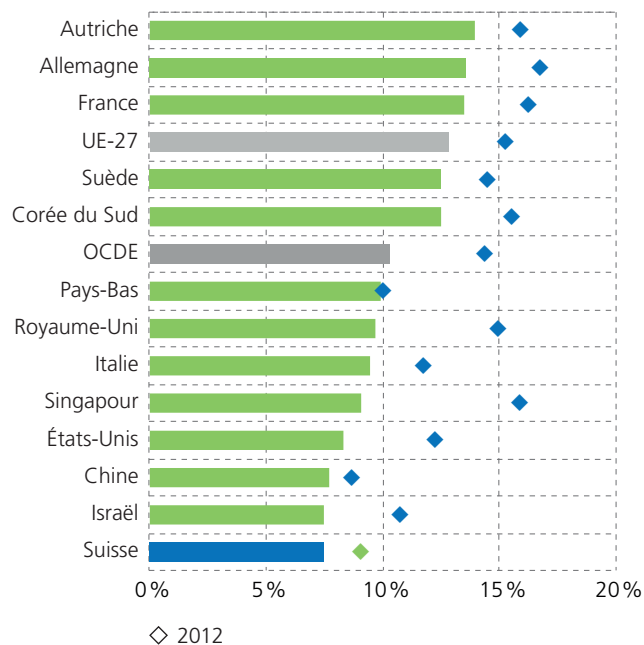
Selon la résidence des inventeurs
Source : OCDE

Graphiques B 7.4 : Demandes de brevets PCT dans les TIC en pourcentage du total des demandes, 2018



Selon la résidence des inventeurs
Source : OCDE

Graphiques B 7.5 : Demandes de brevets PCT liées dans les technologies environnementales en pourcentage du total des demandes, 2018



Selon la résidence des inventeurs
Source : OCDE

8 Activités d'innovation des entreprises

Les chapitres précédents traitaient pour la plupart des conditions-cadres nécessaires à la recherche et à l'innovation ainsi que des moyens et des instruments mis en œuvre pour encourager les activités de recherche et d'innovation (indicateurs d'input). Dans une certaine mesure, le nombre d'articles scientifiques publiés (chapitre 6) et les demandes d'enregistrement de brevets (chapitre 7) permettent d'apprécier le succès de ces efforts. Cependant, les publications et les brevets ne sont profitables à une économie que s'ils se soldent par la mise au point de produits et de procédés innovants. Aussi, il convient de s'interroger sur la capacité des entreprises à faire fructifier les avancées réalisées (indicateurs d'output). Le présent chapitre se concentre uniquement sur les produits innovants (biens et services), sans tenir compte des innovations de procédé¹. Il se termine par une brève parenthèse sur le transfert de savoir et de technologie (TST)².

8.1 Créations d'entreprises

La création d'entreprises contribue à l'intensification de la concurrence, à la constitution de nouvelles places de travail et à l'augmentation des capacités de production. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un indicateur direct des activités d'innovation, le nombre d'entreprises nouvellement créées fournit un indice intéressant pour évaluer le dynamisme d'une économie.

Selon le Global Entrepreneurship Monitor 2020/2021 (GEM), 9,2 % des personnes âgées de 18 à 64 ans en Suisse ont commencé une activité entrepreneuriale en 2020 (graphique B 8.1). Les populations les plus investies dans la création d'entreprises sont celles des États-Unis (15,4 %), de la Corée du Sud (13 %), des Pays-Bas (11,5 %) et de la Chine (10,4 %).

Par rapport à 2016, le taux de création d'entreprises a nettement augmenté en 2020, en particulier en Corée du Sud, mais aussi significativement aux États-Unis et en Suisse.

¹ Le rapport R-I 2020 présentait les produits et les procédés innovants dans les graphiques B 11.2 et B 11.3 (rapport R-I 2022: B 8.2 et B 8.3). Toutefois, en 2018, Eurostat a notablement élargi la définition de procédé innovant, si bien que tous les pays (sauf la Suisse) ont connu une avancée importante. La Suisse n'a adopté cette nouvelle définition qu'en 2020, raison pour laquelle le présent rapport intermédiaire 2022 ne présente que les produits innovants dans les graphiques B 8.2 et B 8.3.

² Hormis pour les coopérations entre les entreprises et les hautes écoles, il n'existe pas de chiffres de TST plus récents que ceux présentés dans le rapport R-I 2020. Par conséquent, la partie B du rapport intermédiaire 2022 ne contient pas de chapitre sur le TST. Différents aspects du TST en Suisse sont décrits dans la partie A au chapitre 7.

8.2 Entreprises présentant des produits innovants

Bien que la part des entreprises industrielles suisses présentant des produits innovants ait diminué de manière presque continue entre les périodes 2002-2004 et 2014-2016, la Suisse était encore en tête des pays comparés avec un taux de 44,9 % pour la période 2012-2014 (graphique B 8.2). Au cours de la période 2014-2016³, la Suisse a connu une nouvelle baisse (39,9 %) et s'est ainsi fait rattraper par les Pays-Bas (40,1 %). Pour la période 2016-2018, la Suisse a enregistré une légère hausse de 0,4 point de pourcentage pour atteindre 40,3 %, ce qui la place en troisième position des pays comparés derrière l'Allemagne (43,4 %) et la Suède (40,6 %).

En ce qui concerne le secteur des services, la situation est très similaire à celle du secteur industriel (graphique B 8.3). Durant la période 2012-2014, la Suisse occupait la première place des pays comparés avec une part de 39,2 %. Pour la période 2016-2018, cette part ayant passé à 32,8 %, la Suisse se trouvait en quatrième position, derrière la Suède (43,8 %), l'Allemagne (37,3 %) et l'Autriche (32,9 %). Toujours pour la période 2016-2018, la Suisse affichait un taux supérieur de 0,7 point de pourcentage à celui de 2014-2016 (32,1 %).

8.3 Part du chiffre d'affaires réalisé avec les produits innovants dans le chiffre d'affaires total des entreprises présentant des produits innovants

La part des produits innovants dans le chiffre d'affaires total des entreprises permet d'apprécier le succès de leurs efforts d'innovation.

Avec une part de 33,3 % du chiffre d'affaires réalisée avec des produits innovants, les entreprises industrielles italiennes étaient en tête des pays comparés (graphique B 8.4) en 2018. En Suisse, cette part était de 19 %. La Suisse se trouvait ainsi à l'avant-dernière place, devant la France (15,4 %).

Dans le secteur des services, les entreprises suisses ont généré 27,3 % de leur chiffre d'affaires avec la commercialisation de services innovants. En 2018, la Suisse s'est ainsi classée en première position des pays comparés devant l'Autriche (22,5 %) et l'Italie (22,2 %).

³ Dans la partie A, chapitre 2.1, la part des entreprises ayant des activités de R-D et d'innovation se fonde sur des données collectées pendant la période de référence 2018-2020. Pour l'heure, il n'est pas encore possible de procéder à une comparaison internationale sur la base de ces nouvelles données (état: août 2022).

Entre 2016 et 2018, la part du chiffre d'affaires réalisé en Suisse avec des produits innovants a diminué de 3,6 points de pourcentage pour les entreprises industrielles (2016: 22,6 %) et a augmenté de 5,4 points de pourcentage pour les entreprises du secteur des services (2016: 21,9 %). Cela étant, ces taux sont par nature fluctuants en raison de leur dépendance aux chiffres des ventes⁴.

Grandes entreprises

Pour les grandes entreprises industrielles suisses (250 employés et plus), les produits innovants représentaient 16,6 % du chiffre d'affaires en 2018 (graphique B 8.5). La Suisse s'est ainsi placée à l'avant-dernier rang parmi les pays comparés. Les grandes entreprises industrielles d'Allemagne et de Suède ont quant à elles enregistré des taux supérieurs à 25 % et celles d'Italie affichaient même un taux supérieur à 35 %.

En 2018, les services innovants représentaient 28,7 % du chiffre d'affaires des grandes entreprises suisses, soit la part la plus élevée des pays comparés.

Entre 2016 et 2018, la part des produits innovants a diminué en Suisse de 5,8 points de pourcentage pour les grandes entreprises industrielles (2016: 22,4 %)⁵ et a augmenté de 9,9 points de pourcentage pour les entreprises du secteur des services (2016: 18,8 %).

Petites et moyennes entreprises (PME)

Pour les moyennes entreprises, respectivement les grandes PME industrielles suisses (50 à 249 employés), les produits innovants représentaient 30,1 % du chiffre d'affaires en 2018 (graphique B 8.6). La Suisse se trouvait ainsi à la première place des pays comparés, devant l'Italie (30 %) et l'Autriche (22,5 %).

Avec une part de 24,3 %, les grandes PME suisses du secteur des services occupaient quant à elles la troisième place des pays comparés en 2018, derrière l'Autriche (31,8 %) et l'Italie (30,3 %).

Entre 2016 et 2018, les grandes PME industrielles suisses ont augmenté leur part de chiffre d'affaires réalisée avec des produits innovants de 9,7 points de pourcentage (2016: 20,4 %)⁶. Cette part a également augmenté en Autriche, en Italie et en Allemagne. En

ce qui concerne les grandes PME suisses du secteur des services, elle a en revanche diminué de 1,5 point de pourcentage. Ainsi, contrairement à 2016, la part des produits innovants dans le chiffre d'affaires des grandes PME suisses a été plus élevée en 2018 dans le secteur industriel que dans celui des services.

En ce qui concerne les petites PME industrielles suisses (10 à 49 employés), la Suisse était en tête en 2018 des pays comparés avec une part de 31,2 % du chiffre d'affaires généré par les produits innovants devant l'Italie (29,1 %; graphique B 8.7). Dans le secteur des services, la Suisse occupait, avec 23,5 %, la troisième place derrière l'Autriche (26,6 %) et l'Italie (25,3 %).

Entre 2016 et 2018, la part des produits innovants des petites PME industrielles suisses a augmenté de 0,7 point de pourcentage (2016: 30,5 %) et a diminué de 9,3 points de pourcentage dans le secteur des services (2016: 32,8 %)⁷.

8.4 Nouveautés pour l'entreprise ou pour le marché

Un produit innovant peut être nouveau uniquement pour l'entreprise ou nouveau pour le marché également. Une nouveauté a un potentiel plus important dans le second cas, car elle s'adresse à un segment de clientèle plus large et permet de préserver les parts de marché acquises, voire d'en gagner.

Industrie

Pour les entreprises industrielles suisses, les produits nouveaux pour le marché représentaient en 2018 5,3 % du chiffre d'affaires des entreprises avec produits innovants, alors que les produits nouveaux pour l'entreprise représentaient 13,7 % (graphique B 8.8). Les entreprises suisses ont donc réalisé une plus grande part de chiffre d'affaires avec l'optimisation et le développement de biens existants qu'avec la commercialisation de biens nouveaux.

En comparaison internationale, la Suisse se trouvait en 2018 à la dernière place des pays comparés en ce qui concerne la part des produits nouveaux pour le marché dans le chiffre d'affaires. L'Italie (13,4 %) et la France (9,5 %) arrivaient en tête. En ce qui concerne la part des produits nouveaux pour l'entreprise, la Suisse a fait un peu mieux et s'est placée en quatrième position derrière l'Italie (19,9 %), l'Allemagne (19,7 %) et la Suède (15,5 %).

Par rapport à 2016, les entreprises industrielles suisses affichaient en 2018⁸ des valeurs inférieures de 5,2 points de pourcentage en ce qui concerne la part du chiffre d'affaires imputable aux produits

⁴ En outre, les différences entre les données 2016 (rapport R-I 2020, SEFRI, 2020) et les données 2018 (rapport R-I 2022, SEFRI, 2022) montrées dans les graphiques B 8.3 et 8.4 s'expliquent également par la méthode de calcul d'Eurostat (Hulfeld et al., 2022). D'autres raisons possibles à ces variations sont mentionnées dans les notes de bas de page ci-dessous.

⁵ Il se pourrait que ce recul soit lié à l'abandon en 2015 du taux plancher de 1,20 franc suisse pour un euro, car celui-ci ne touche presque que les branches industrielles, pour la plupart orientées vers l'exportation, et moins les branches de services. Les contrats d'approvisionnement sont souvent conclus à plus long terme, ce qui retarde l'observation des effets (Hulfeld et al., 2022).

⁶ L'évolution positive observée chez les PME industrielles pourrait être liée aux deux facteurs suivants : (1) les PME à orientation nationale sont moins touchées par les turbulences internationales ; (2) les PME à orientation internationale sont souvent spécialisées dans des marchés de niche, ce qui implique une élasticité des prix plus faible (Hulfeld et al., 2022).

⁷ Pour expliquer ce recul, il faudrait examiner de plus près l'évolution de chaque branche du secteur des services. Il est possible que ce recul soit imputable à certaines branches uniquement (Hulfeld et al., 2022).

⁸ En raison du changement de la méthode de calcul d'Eurostat/KOF, les données 2016 indiquées ici concernant les produits nouveaux pour le marché et nouveaux pour l'entreprise diffèrent légèrement de celles utilisées dans le rapport R-I 2020.

nouveaux pour le marché (2016 : 10,5 %)⁹ et de 7,4 points de pourcentage pour celle imputable aux produits nouveaux pour l'entreprise (2016 : 21,1 %).

Services

À l'instar des entreprises industrielles, les prestataires de services innovants suisses se sont principalement consacrés au développement et à l'optimisation de services existants : en 2018, 23,7 % du chiffre d'affaires des entreprises présentant des produits innovants ont été consacrés à la commercialisation de services qui n'étaient nouveaux que pour l'entreprise (graphique B 8.9). Seuls 3,6 % du chiffre d'affaires ont été générés par de nouveaux services pour le marché.

En comparaison internationale, la Suisse occupait en 2018 l'avant-dernière place des pays comparés en ce qui concerne la part des services nouveaux pour le marché dans le chiffre d'affaires des entreprises du secteur des services. Les taux les plus élevés ont été enregistrés en Autriche (11,5 %) et en Suède (7,7 %). En revanche, en ce qui concerne la part des services nouveaux pour l'entreprise dans le chiffre d'affaires, la Suisse était nettement en tête devant l'Allemagne (11,2 %).

Par rapport à 2016, les entreprises du secteur des services en Suisse affichaient en 2018 des valeurs inférieures de 1,6 point de pourcentage en ce qui concerne la part du chiffre d'affaires imputable aux services nouveaux pour le marché (2016 : 5,2 %) et de 2 points de pourcentage pour celle imputable aux services nouveaux pour l'entreprise (2016 : 25,7 %).

8.5 Parenthèse : transfert de savoir et de technologie

Le transfert de savoir et de technologie (TST), mené aussi bien entre des entreprises qu'entre des entreprises et des hautes écoles, revêt une importance cruciale pour le succès de l'innovation. Les activités de TST se situent à l'interface entre la recherche académique, l'industrie et le marché. Elles permettent de créer des réseaux de coopération propices au développement d'innovations. Dès lors, le TST contribue non seulement à la valorisation économique du savoir scientifique, mais également à l'intégration de savoirs pratiques au sein de la recherche académique.

⁹ Le recul de la part des produits nouveaux pour le marché dans le chiffre d'affaires de l'industrie pourrait être lié au fait que la proportion d'entreprises actives dans la R-D en Suisse n'a cessé de diminuer sur une longue période (Hulfeld et al., 2022).

¹⁰ Au sens large, les activités d'innovation de l'ECI comprennent non seulement les activités de R-D de l'entreprise et les activités de R-D sous-traitées, mais aussi l'acquisition de machines, d'équipements, de logiciels et de bâtiments destinés au développement d'innovations; l'acquisition de savoir-faire et d'inventions protégées par des droits d'auteur; les formations internes ou externes spécifiquement orientées pour le développement et/ou l'introduction d'innovations, les activités internes ou sous-traitées d'introduction d'innovations sur le marché (y compris les études de marché et la publicité), les activités internes ou sous-traitées de design (modification de la forme, de l'apparence) ainsi que toute autre activité interne ou sous-traitée pour la mise en œuvre d'innovations comme les études de faisabilité.

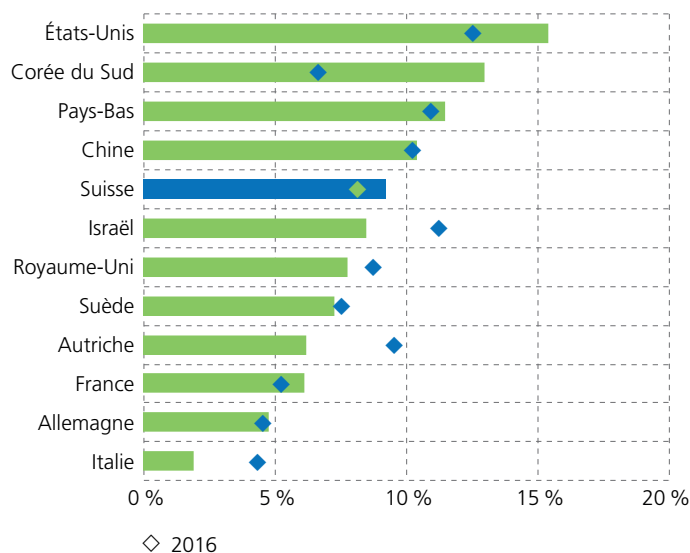
Il n'existe que peu de statistiques comparables au niveau international sur le TST. L'enquête communautaire sur les activités d'innovation des entreprises (ECI) de la Commission européenne permet de mesurer la collaboration des entreprises innovantes avec les hautes écoles. Au niveau européen, les activités d'innovation sont mesurées au sens large tandis que le relevé suisse ne se concentre que sur les activités de R-D¹⁰. Par conséquent, la Suisse a tendance à présenter des valeurs plus faibles pour cet indicateur.

Néanmoins, durant la période 2016-2018, la Suisse se situait, avec une part de 12,6 % des entreprises innovantes collaborant avec les hautes écoles (exclusivement dans le cadre d'activités de R-D), au troisième rang des pays comparés derrière l'Autriche (17,3 %) et l'Allemagne (15,3 %), mais devant la Suède (12,5 %). Cette part marque une progression constante en Suisse depuis la période 2008-2010 (graphique B 8.10).

Bibliographie

Hulfeld, F., Spescha, A., Wörter, M. (2022) : présentation « Innovationserhebung und Eurostat Datenlieferung ». Zurich : Centre de recherches conjoncturelles KOF, ETH Zurich (non publié).

Graphique B 8.1 : Taux de création d'entreprises, 2020



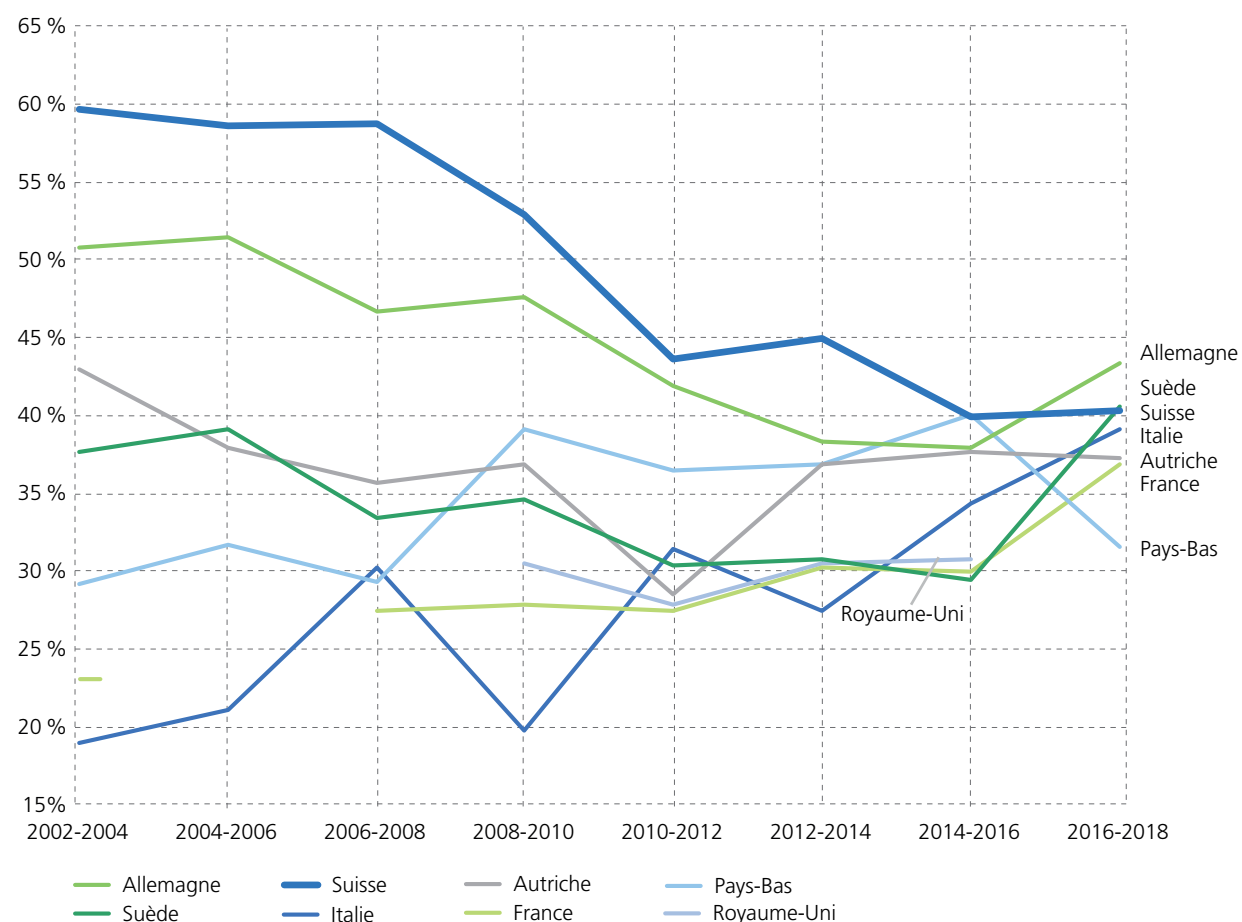
Part des 18 à 64 ans ayant lancé ou qui gèrent une entreprise nouvelle (et ce de 3 à 42 mois)

Exceptions à l'année de référence 2020 : Chine (2018), France (2018)

Données non disponibles : Singapour

Source : GEM

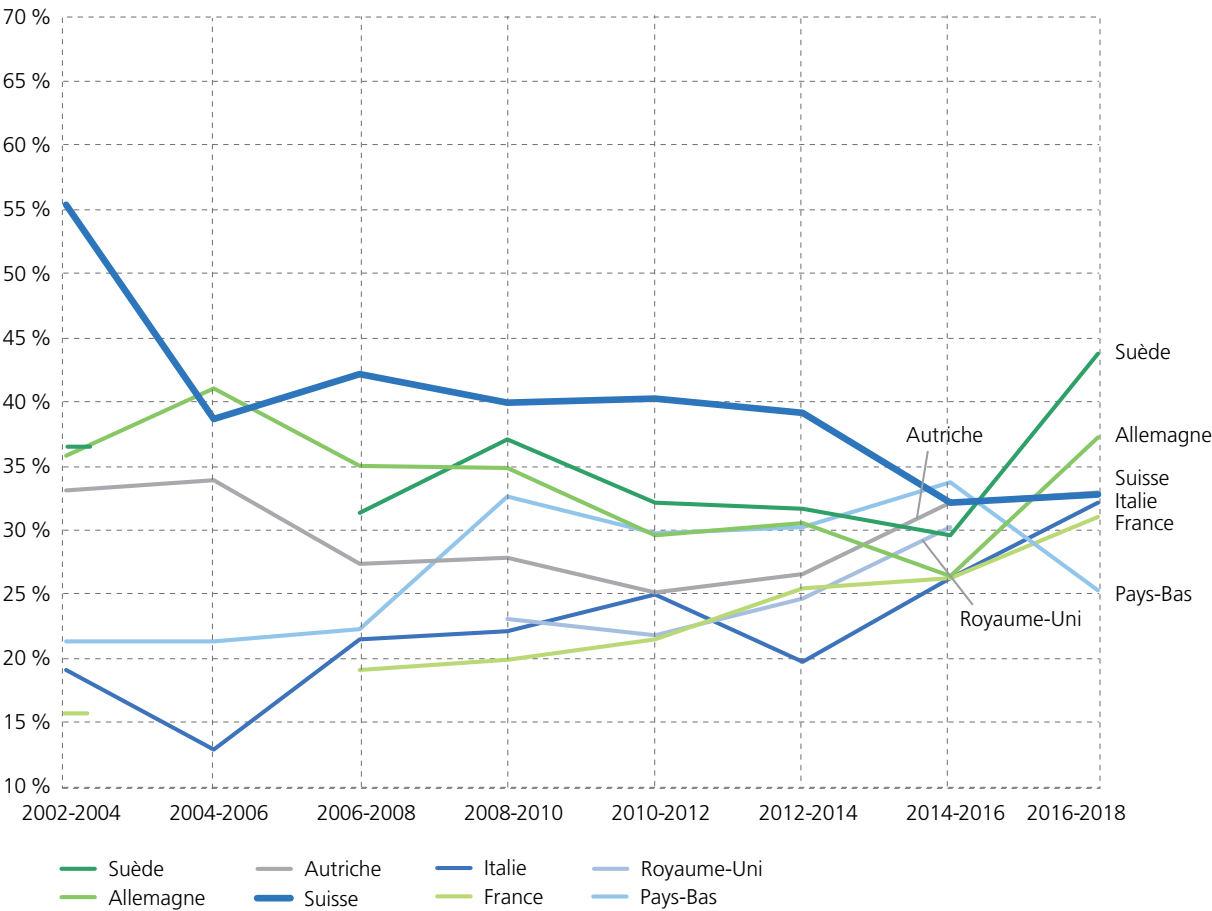
Graphique B 8.2 : Part des entreprises avec produits innovants, industrie, 2002-2018



Données non disponibles pour certaines périodes : France, Royaume-Uni

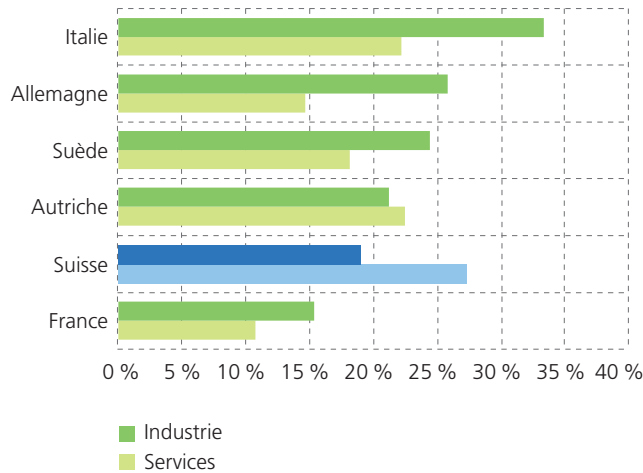
Données non disponibles pour toutes les périodes : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour

Graphique B 8.3 : Part des entreprises avec produits innovants, services, 2002-2018



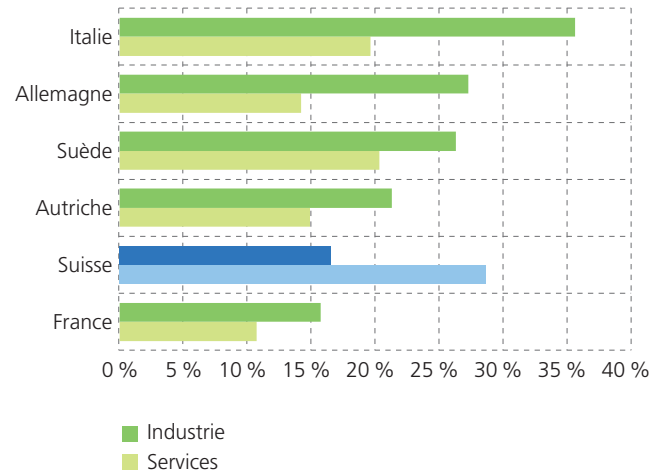
Données non disponibles pour certaines périodes : France, Suède, Royaume-Uni
Données non disponibles pour toutes les périodes : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.4 : Part des produits innovants dans le chiffre d'affaires, 2018



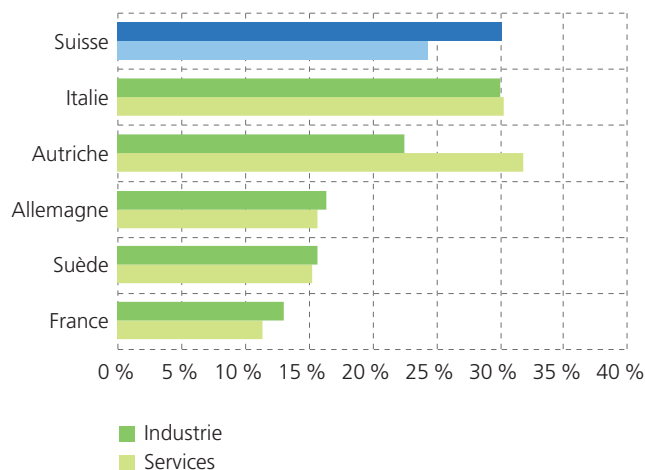
Les pourcentages portent sur les entreprises avec produits innovants.
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour, Pays-Bas, Royaume-Uni
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.5 : Part des produits innovants dans le chiffre d'affaires, 250 employés et plus, 2018



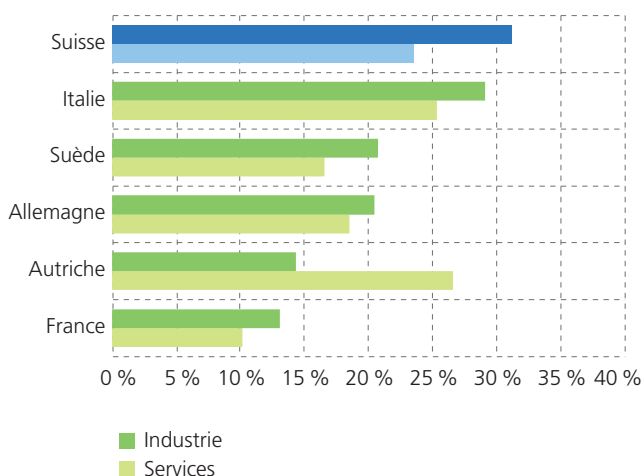
Les pourcentages portent sur les entreprises avec produits innovants.
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour, Pays-Bas, Royaume-Uni
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.6 : Part des produits innovants dans le chiffre d'affaires des grandes PME (50-249 employés), 2018



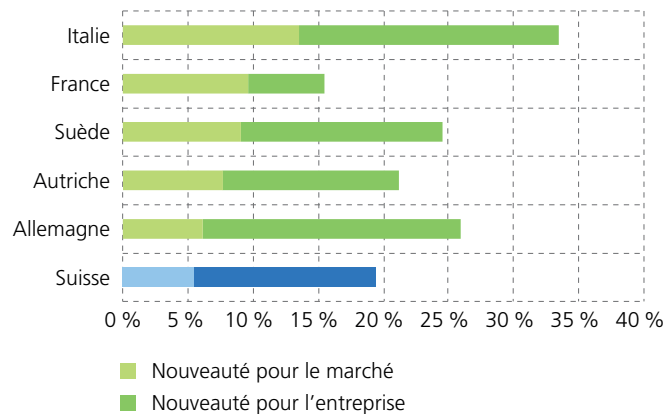
Les pourcentages portent sur les entreprises avec produits innovants.
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour, Pays-Bas, Royaume-Uni
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.7 : Part des produits innovants dans le chiffre d'affaires des petites PME (10-49 employés), 2018



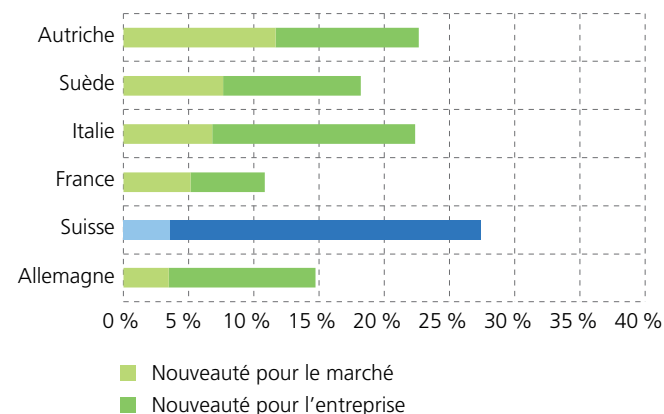
Les pourcentages portent sur les entreprises avec produits innovants.
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour, Pays-Bas, Royaume-Uni
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.8 : Part des produits innovants dans le chiffre d'affaires, selon qu'il s'agit d'une nouveauté pour le marché ou pour l'entreprise, industrie, 2018



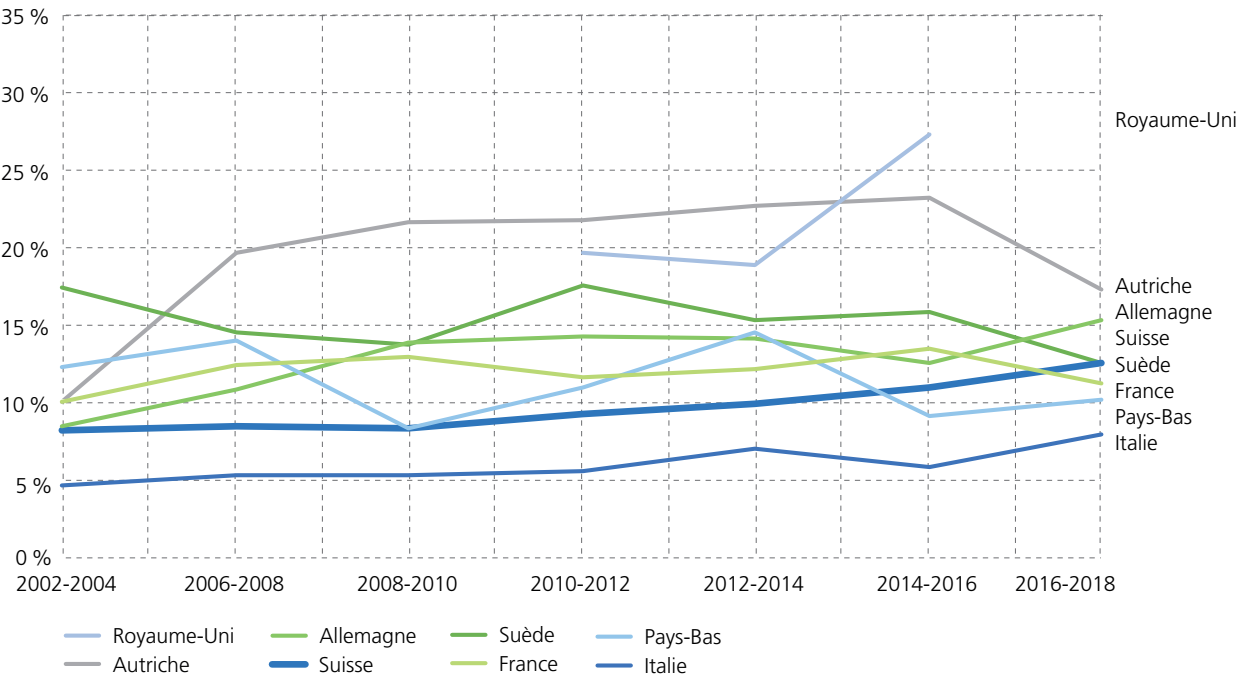
Les pourcentages portent sur les entreprises avec produits innovants.
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour, Pays-Bas, Royaume-Uni
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.9 : Part des produits innovants au chiffre d'affaires, selon qu'il s'agit d'une nouveauté pour le marché ou pour l'entreprise, services, 2018



Les pourcentages portent sur les entreprises avec produits innovants.
Données non disponibles : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour, Pays-Bas, Royaume-Uni
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 8.10 : Part des entreprises innovantes coopérant avec des universités ou des hautes écoles dans l'ensemble des entreprises innovantes, 2002-2018



Sur la base des entreprises avec des innovations de produits et/ou de procédés (10 équivalents temps plein ou plus)
Les données Eurostat concernent les coopérations d'innovation au sens large, celles pour la Suisse se concentrent uniquement sur les activités de R-D
Données non disponibles pour certaines périodes : Royaume-Uni
Données non disponibles pour toutes les périodes : Chine, Corée du Sud, États-Unis, Israël, Singapour
Source : Eurostat, KOF

9 La Suisse en comparaison avec d'autres régions d'innovation en Europe

Le présent chapitre¹ compare les performances de la Suisse en matière d'innovation à celles d'une série de régions d'Europe qui se distinguent dans ce domaine et sont de taille comparable à la Suisse. Cette analyse par régions complète la comparaison entre pays des chapitres précédents, partie B, dont la pertinence est souvent limitée du fait des différences de taille et de structures entre les États. Pour un pays relativement petit comme la Suisse, bien souvent contraint de se concentrer sur certains champs d'innovation² en raison de ses ressources limitées, la comparaison avec des régions qui présentent des ressources du même ordre et empruntent également des voies de spécialisation en matière d'innovation s'avère particulièrement intéressante.

Bien que la comparaison avec des régions européennes ne permette pas de conclusions quant au positionnement global de la Suisse dans la compétition entre les régions les plus innovantes du monde, elle est néanmoins pertinente. En effet, la Suisse est en concurrence beaucoup plus directe avec d'autres régions d'innovation européennes, dont plusieurs régions limitrophes (par exemple sur le plan des talents ou des marchés pilote), qu'avec des régions des États-Unis ou d'Asie orientale, par exemple. En même temps, les régions d'innovation européennes sont des partenaires importants pour la Suisse en matière de science, de recherche et d'innovation. Une analyse des forces et des faiblesses de ces régions est donc aussi significative pour l'évaluation de la capacité d'innovation de la Suisse.

Pour la présente analyse, six régions européennes ont été retenues, qui font toutes parties d'un pays relativement grand : les deux lands allemands du Bade-Wurtemberg et de Bavière, la région italienne Lombardie-Piémont, les deux régions françaises Rhône-Alpes et Île-de-France (grande région de Paris) et la grande région de Londres. Ces régions ont toutes en commun de concentrer une part remarquablement importante du volume total des activités d'innovation de leur pays respectif. Elles représentent en effet environ 50 % du total des dépenses de R-D des États dont

elles font partie³, et constituent ainsi des centres d'innovation nationaux (tableau B 9.1). La plupart des régions comparées présentent une population plus importante que la Suisse (à l'exception de la région Rhône-Alpes), mais un PIB similaire à celui de la Suisse (à l'exception de la région de Londres). Le PIB par habitant est cependant inférieur à celui de la Suisse dans toutes les régions.

Les valeurs des régions comparées sont complétées ponctuellement par des valeurs globales de leurs pays respectifs (c'est-à-dire l'Allemagne, la France, l'Italie et le Royaume-Uni).

Ce chapitre fait suite à des analyses correspondantes de précédents rapport R-I⁴. La position de la Suisse est analysée selon quatre groupes d'indicateurs, correspondant pour l'essentiel aux indicateurs présentés dans les chapitres précédents⁵:

- (1) les activités de recherche et développement (R-D) des entreprises et du secteur de la science;
- (2) les résultats directs de R-D sous la forme de brevets et de publications scientifiques;
- (3) les activités d'innovation des entreprises;
- (4) la portée des activités à forte intensité de savoir et de recherche.

9.1 Dépenses de recherche et développement

Un critère central de la capacité d'innovation est l'intensité de R-D⁶. Cette dernière exprime le rapport entre les dépenses de R-D et le PIB. Dans la comparaison entre pays, la Suisse présente l'une des intensités de R-D les plus élevées. La part de ses dépenses totales de R-D (entreprises privées et secteur public) s'élevait à 3,15 % du PIB en 2019. Pour cette année, seules la Suède (3,39 %) et l'Allemagne (3,19 %) affichaient une intensité de R-D plus élevée en Europe, l'Autriche (3,13 %) présentant un niveau similaire à la Suisse⁷. Si l'on compare la Suisse aux autres régions d'innovation retenues pour cette analyse, elle se plaçait en 2019 derrière les deux régions allemandes de Bade-Wurtemberg (5,76 %) et de Bavière (3,43 %) (graphique B 9.2). En comparaison avec les régions françaises, l'intensité de R-D de la Suisse était de 10 à 15 % plus élevée (grande région de Paris : 2,9 % ; Rhône-Alpes : 2,77 %). La région italienne de Lombardie-Piémont (1,57 %) n'obtenait qu'une intensité de R-D à moitié aussi haute que celle de la Suisse, tandis que celle de la grande région de Londres (1,95 %) correspondait à environ 60 % de la valeur de la Suisse.

¹ Comme dans les précédents rapport R-I (rapports 2016 et 2020 ainsi que dans la mise à jour de 2018), ce chapitre a été rédigé par C. Rammer du Centre de recherche économique européenne (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW), Mannheim (D). Il est à noter que dans la mise à jour de 2018 et dans le rapport R-I 2020, la comparaison portait non seulement sur des régions européennes, mais aussi sur des régions extraeuropéennes. En raison de la complexité de la collecte des données et comme on peut supposer que la situation n'a pas évolué significativement depuis 2020, la comparaison du présent rapport intermédiaire 2022 ne comprend que des régions d'innovation européennes. En revanche, ces dernières sont examinées plus en détail que les régions prises en compte dans le rapport 2020, grâce à 16 indicateurs différents.

² Il s'agit notamment de la chimie, de la pharmaceutique, de la construction de machines, des sciences de la vie et de la médecine. Voir Partie B, chapitres 9.2 et 9.3.

³ Par analogie aux statistiques de l'OFS, le terme « dépenses » est utilisé dans le présent rapport. L'OCDE définit ce terme comme suit dans le Manuel de Frascati : « Les dépenses correspondent aux montants des chèques émis et paiements au comptant réalisés au cours d'une période donnée, quelle que soit la date d'ouverture ou d'engagement des crédits (dans le cas des crédits publics) » (OCDE, 2016, p. 414).

⁴ Une présentation détaillée des résultats, incluant des régions d'innovation extraeuropéennes et des remarques méthodologiques, se trouve dans l'étude « Forschung und Innovation Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen » (Rammer & Trunschke, 2018). Une version raccourcie et actualisée de cette étude se trouve dans le rapport R-I 2020.

⁵ En raison de l'utilisation de sources différentes, les résultats présentés dans ce chapitre divergent parfois de ceux présentés dans les chapitres précédents.

⁶ Par analogie aux statistiques de l'OFS, le terme « intensité de R-D » est utilisé dans le présent rapport pour exprimer la part des dépenses de R-D rapportées au PIB. Cette notion est parfois également appelée le « taux de R-D ».

⁷ Voir Partie B, chapitre 4, graphique B 4.3.

Les intensités de R-D plus élevées du Bade-Wurtemberg et de Bavière s'expliquent par les dépenses de R-D plus élevées des entreprises. Dans le Bade-Wurtemberg, l'intensité de R-D du secteur industriel, à hauteur de 4,81 %, était plus de deux fois plus élevée qu'en Suisse (2,13 %). La Bavière affichait également une valeur nettement supérieure (2,62 %). Ces valeurs s'expliquent par la présence dans ces régions des principaux laboratoires de R-D de nombreuses multinationales. Dans le domaine scientifique (hautes écoles et organisations de recherche étatiques), l'intensité de R-D de la Suisse, à 0,94 %, était du même niveau que celle du Bade-Wurtemberg et de la région Rhône-Alpes, et plus élevée que dans la grande région de Paris (0,87 %) et qu'en Bavière (0,81 %). La grande région de Londres et la région Lombardie-Piémont présentaient des valeurs nettement inférieures.

Au cours de la décennie précédente, l'intensité de R-D en Suisse a sensiblement augmenté, passant de 2,64 % (2008) à 3,15 % (2019). Parmi les régions de comparaison, seul le Bade-Wurtemberg a connu une augmentation plus importante (graphique B 9.3). Tandis que l'intensité de R-D dans les régions comparées a surtout progressé du fait de l'augmentation des dépenses de R-D des entreprises, c'est principalement dans le domaine scientifique que la Suisse a beaucoup augmenté ses dépenses de R-D par rapport à son PIB. Aucune des régions prises en considération n'a connu une croissance comparable à la Suisse dans ce domaine (+0,28 point de pourcentage). En revanche, dans le domaine économique, la progression de l'intensité de R-D (+ 0,19 point) a été la deuxième plus faible parmi les régions comparées. Seule la grande région de Paris s'est placée juste derrière la Suisse selon ce critère (+0,18 point de pourcentage). Dans la région de comparaison ayant la plus forte intensité de R-D, le Bade-Wurtemberg, la progression importante de l'intensité de R-D au cours de la dernière décennie était due exclusivement à l'augmentation des dépenses de R-D des entreprises. Le Bade-Wurtemberg a progressé de 1,13 point de pourcentage par rapport au PIB. Cet exemple montre avec quel dynamisme certaines régions peuvent développer leurs capacités de R-D en un laps de temps relativement court.

9.2 Publications scientifiques

Le nombre de publications scientifiques dans des revues spécialisées internationales est un indicateur de la productivité des activités de recherche dans le secteur de la science. Comme de nombreuses publications sont rédigées par plusieurs auteurs et que ces derniers n'exercent pas nécessairement leurs activités dans la même région, les publications sont attribuées à chacune des régions d'où provient l'un de ses auteurs (« whole counting »). Cela signifie que chaque publication est généralement comptabilisée plusieurs fois. Selon ce mode de comptage, la Suisse, avec 6,8 publications pour 1000 habitants (moyenne des années 2018 à 2020), se classait en tête des régions européennes retenues dans la comparaison. Elle devançait la grande région de Paris (5,8 publications) et la grande région de Londres (comprenant notamment les pôles universitaires de Cambridge et d'Oxford), avec 5,2 publications pour 1000 habitants (graphique B 9.4).

Si l'on rapporte le nombre de publications scientifiques au nombre de chercheurs actifs dans le secteur de la science (en comptabilisant les chercheurs qui travaillent à temps partiel ou qui ne consacrent qu'une partie de leur temps de travail à la R-D au prorata du temps dédié à cette activité), la Suisse atteignait 2,4 publications par an et par chercheur sur la moyenne des années 2018 à 2020, ce qui constitue la deuxième valeur la plus élevée en comparaison européenne, après la région Lombardie-Piémont (3,2 publications).

Le nombre de publications scientifiques enregistrées dans les bases de données des publications a considérablement augmenté au cours des dix dernières années. À l'échelle mondiale, il a bondi de 108 % entre la période 2008-2010 et celle de 2018-2020. Un moteur essentiel de cette dynamique a été l'essor de l'activité de publication des chercheurs dans les pays en voie de développement et les pays émergents, notamment en Chine et en Inde. Mais le nombre de publications a aussi beaucoup augmenté dans les pays industriels hautement développés. Avec une progression de 91 %, la Suisse n'a été précédée que par la région italienne Lombardie-Piémont (114 %) pour occuper la deuxième place des régions comparées, devant l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France. Étant donné que la Suisse n'a connu qu'une faible augmentation de sa population dans la même période, l'intensité de publication (nombre de publications pour 1000 habitants) a beaucoup progressé, de 2,9 points. Aucune des autres régions considérées n'atteint une croissance comparable (graphique B 9.5).

Une partie de cette importante progression peut s'expliquer par l'augmentation du nombre de chercheurs (exprimée en EPT⁸) dans les hautes écoles et les établissements de recherche étatiques, qui a atteint 49 % entre les périodes 2008-2010 et 2018-2020. Néanmoins, l'intensité de publication par chercheur a également augmenté significativement, passant de 1,87 publication pour la période 2008-2010 à 2,39 publications en 2018-2020 (+0,52 publication). Seule la région Lombardie-Piémont a enregistré une croissance plus marquée (+1,19 publication).

En Suisse, la répartition des publications par champ scientifique ne différait guère de celle des régions de comparaison. Les publications du domaine des sciences naturelles et médicales dominaient clairement, en Suisse comme dans les régions comparées. Dans les deux cas (à l'exception de la grande région de Londres), plus de 80 % de toutes les publications appartenaient à ces catégories (graphique B 9.6). Cette prépondérance tenait en partie au mode de publication plus « fragmentée » dans les sciences naturelles et médicales, où chaque résultat de recherche isolé tend à faire l'objet d'une courte publication. En sciences sociales et surtout en sciences humaines, la tendance est à publier comparativement moins, mais les publications sont souvent plus longues. En sciences naturelles et médicales, la Suisse a présenté une part relativement importante de publications dans le domaine biologie/environnement/agronomie, tandis que la part du domaine physique/chimie/géosciences était plus basse que dans la plupart des régions comparées.

⁸ EPT: équivalents plein temps.

Des différences plus marquées sont visibles dans l'évolution de la répartition des publications scientifiques par domaines (graphique B 9.7). En Suisse, la part des publications en sciences de l'ingénieur et informatique a baissé entre les périodes 2008-2010 et 2018-2020, alors qu'elle a beaucoup augmenté dans les régions de Bavière, du Bade-Wurtemberg et de Londres. Dans toutes les régions, la part des publications en sciences de la vie a reculé et celle des publications en sciences économiques et sociales a progressé. Ce report est sans doute dû en partie à la prise en compte de revues de sciences économiques et sociales supplémentaires dans le corpus d'analyse des bases de données bibliométriques, alors que le domaine des sciences de la vie n'a pas connu d'extension comparable.

9.3 Demandes de brevets

Le nombre de demandes de brevets est un indicateur d'output de la recherche appliquée et développement (Ra-D), réalisée principalement par les entreprises. Un comptage de toutes les demandes de brevets dans le monde est peu pertinent compte tenu des différentes réglementations appliquées par les offices nationaux en matière de brevets sur les inventions. C'est pourquoi la présente comparaison se fonde sur le nombre de demandes de brevets déposées auprès d'offices de brevets internationaux (OEB et PCT⁹), sachant que les demandes de brevets portant sur la même invention ne sont comptabilisées qu'une fois (autrement dit, l'analyse est réalisée au niveau de ce que l'on appelle les familles de brevets). L'attribution d'une demande de brevet à une région se fait selon le critère du siège de l'entreprise ayant déposé la demande, ce qui signifie que la faculté de disposer des avantages économiques de l'invention est au centre de la perspective adoptée¹⁰. L'analyse fondée sur les demandes de brevets internationales présente toutefois l'inconvénient de ne pas prendre en compte les inventions qui sont utilisées uniquement sur un marché national ou sur quelques marchés internationaux, car ces dernières ne font généralement pas l'objet d'une demande internationale. En raison du décalage entre le moment où l'invention est mise au point et celui de la publication d'une demande de brevet internationale, seules les demandes de brevets internationales déposées jusqu'en 2018 ont pu être prises en compte dans la comparaison internationale.

Au cours de la période considérée (2017-2018), entre 5000 et 6000 demandes de brevets internationales par année ont été déposées depuis la Suisse. Ce chiffre est inférieur au nombre

de demandes déposées dans le Bade-Wurtemberg, en Bavière et dans la grande région de Paris, mais il dépasse nettement ceux des régions Rhône-Alpes et Lombardie-Piémont ainsi que la grande région de Londres. Si l'on considère le nombre de demandes de brevets par rapport à la population («intensité de brevets»), la Suisse et la Bavière se plaçaient au premier rang des régions d'innovation comparées sur la moyenne des années 2017 et 2018, avec des valeurs respectives de 0,69 et de 0,68 brevet pour 1000 habitants (graphique B 9.8). Le Bade-Wurtemberg et la grande région de Paris, avec des valeurs respectives de 0,58 et de 0,52 brevet, n'atteignaient pas tout à fait le niveau de la Suisse. Dans la grande région de Londres et les régions Rhône-Alpes et Lombardie-Piémont, l'intensité en matière de brevets était nettement plus faible avec des valeurs comprises entre 0,16 et 0,13 brevet pour 1000 habitants.

L'image est un peu différente lorsque le nombre de demandes de brevets est mis en relation avec les dépenses de R-D des entreprises (à parité de pouvoir d'achat, après conversion des monnaies nationales). Selon ce critère, la Suisse arrive clairement en première position devant les régions de Bavière, de Paris et de Lombardie-Piémont. Cette différence tient d'une part au fait que les dépenses nécessaires pour mettre au point une invention brevetable sont très variables selon la branche, si bien que la structure sectorielle des activités de R-D joue un rôle prépondérant en la matière. D'autre part, les résultats de R-D dans le domaine des logiciels et des services IT ne peuvent être brevetés que de manière très limitée. De ce fait, les régions qui se distinguent précisément par des dépenses de R-D élevées dans cette branche (comme le Bade-Wurtemberg ou la grande région de Londres) obtiennent un rapport défavorable entre le nombre de demandes de brevets et les dépenses de R-D des entreprises.

Le nombre de demandes de brevets internationales depuis la Suisse a augmenté de 11 % entre 2008 et 2018 (graphique B 9.9). Des croissances plus élevées ont été enregistrées en Bavière (26 %) et dans la grande région de Londres (18 %). Dans les quatre autres régions, le nombre de demandes de brevets a en revanche légèrement baissé entre 2008 et 2018.

Cette évolution se reflète également dans la variation de l'intensité de brevets par habitant au cours des dix dernières années. La Bavière affiche la plus forte progression et la grande région de Londres présente également une évolution positive (graphique B 9.10). En Suisse, l'intensité de brevets par habitant reste inchangée. Selon le critère des demandes de brevets par dépenses de R-D des entreprises, l'intensité de brevets a baissé dans toutes les régions entre les périodes 2008-2009 et 2017-2018. Ce recul souligne le fait que le développement de nouvelles inventions technologiques demande un effort toujours plus important. Sur ce plan, la Suisse se situe en milieu de classement des régions considérées. Le recul de la Suisse a été plus marqué que dans la grande région de Londres, qu'en Bavière et que dans la région Rhône-Alpes, mais moins important que dans le Bade-Wurtemberg, la grande région de Paris et la région Lombardie-Piémont. Les données relatives aux brevets permettent aussi d'analyser

⁹ Parallèlement aux demandes d'enregistrement sur le plan national, des demandes de brevet peuvent aussi être déposées auprès de l'Office européen des brevets (OEB, ou EPO pour European Patent Organization) qui permet de bénéficier d'une protection dans la plupart des pays européens au moyen d'une seule demande. Le Traité de coopération en matière de brevets (Patent Cooperation Treaty, PCT), mis en œuvre par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), offre également la possibilité de solliciter la protection d'une invention dans un grand nombre de pays en déposant une seule demande de brevet.

¹⁰ Dans la Partie B, chapitre 7, en revanche, les demandes de brevets sont attribuées à un pays de référence selon le critère du domicile de l'inventeur. Dans ce cas, l'accent porte donc plutôt sur l'inventivité des travailleurs locaux et sur la qualité des ressources humaines dont dispose un pays donné (OCDE, 2009).

l'orientation technologique de l'activité inventive, puisque chaque brevet est rattaché à un ou plusieurs domaines technologiques selon la Classification internationale des brevets (CIB). En se fondant sur un système de regroupement des classes CIB par champs technologiques utilisé par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), il est possible d'en distinguer huit entre lesquels répartir les brevets (cf. Schmoch, 2008). En comparaison avec les autres régions, les demandes de brevets de la Suisse durant la période 2015-2018 se sont concentrées dans les domaines techniques de mesure et optique (13,4 % des demandes de brevets), technologie médicale, pharmaceutique et biotechnologie (19,9 %) et chimie et technologie des matériaux (15,4 %) (graphique B 9.11). En techniques de mesure/optique, seul le Bade-Wurtemberg affichait une part de demandes de brevets supérieure à la Suisse; en technologie médicale/pharmaceutique/biotechnologie, la grande région de Londres obtenait la même valeur que la Suisse, et en chimie/technologie des matériaux, la grande région de Paris précédait la Suisse. Les activités de brevets de la Suisse ont été nettement inférieures à la moyenne dans deux domaines: technologies de l'information et de la communication et construction de véhicules. Dans le domaine construction de machines, technologies de l'énergie et de l'environnement ainsi que dans le domaine biens de consommation/technologies de construction, la Suisse s'est placée en milieu de classement parmi les régions comparées.

Entre les périodes 2008-2012 et 2015-2018, l'activité en matière de brevets de la Suisse s'est déplacée vers les domaines techniques de mesure/optique, biens de consommation/technologies de construction et construction de machines (graphique B 9.12). Dans le même temps, la part des demandes de brevets dans le domaine chimie/technologie des matériaux est celle qui a le plus reculé. À noter que la part des techniques de mesure et de l'optique a également augmenté dans la plupart des régions examinées. Contrairement à la Suisse, les autres régions présentent toutes un report de leurs demandes de brevets vers la construction de véhicules (à l'exception du Bade-Wurtemberg). La montée en puissance du domaine des biens de consommation et des technologies de construction n'apparaît dans aucune autre région aussi nettement qu'en Suisse. Dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, on constate une évolution très variable entre les régions. Alors que la part de ce domaine a beaucoup reculé dans la grande région de Paris et en Rhône-Alpes, elle a au contraire nettement augmenté dans la grande région de Londres et en Bavière.

9.4 Activités d'innovation des entreprises

L'objectif de la R-D dans le secteur des entreprises est, en fin de compte, de faire fructifier l'innovation, c'est-à-dire d'en tirer de nouveaux produits et procédés présentant une amélioration notable par rapport aux offres et aux procédures existantes (voir le Manuel d'Oslo de l'OCDE & Eurostat, 2018). Afin de mesurer les activités d'innovation du secteur des entreprises, une enquête sur l'innovation (enquête communautaire sur l'innovation, ECI) est

effectuée tous les deux ans. La Suisse y participe et elle est coordonnée par l'Office statistique de la Commission européenne (Eurostat). Dans le cadre d'évaluations spéciales, des données relatives aux régions comparées dans le présent rapport sont également disponibles¹¹. L'enquête sur l'innovation fournit, entre autres, des indicateurs sur la diffusion des activités d'innovation dans le secteur des entreprises (part des entreprises avec des innovations de produit ou des innovations de procédé) et sur les résultats générés directement par des innovations (chiffre d'affaires imputable aux innovations de produit). Ces indicateurs ne concernent toutefois qu'une partie du secteur des entreprises, à savoir les entreprises employant dix personnes ou plus et dont l'activité se situe dans l'industrie et dans certains services¹².

En Suisse, la part des entreprises présentant des innovations de produit ou de procédé conformément à la définition actuelle du Manuel d'Oslo 2018¹³ s'élevait à 79 % en 2018¹⁴. Il s'agit de la valeur la plus élevée des régions comparées (graphique B 9.13). Derrière la Suisse, on trouvait les régions du Bade-Wurtemberg avec 69 % et de la Lombardie-Piémont avec 66 %. La valeur élevée atteinte en Suisse provient du pourcentage particulièrement important d'entreprises qui présentent des innovations de procédé, et non des innovations de produit. Avec une part de 43 %, ce groupe était nettement plus représenté que dans toute autre région comparée. Ce groupe était constitué en grande partie d'entreprises présentant des innovations « non techniques » dans le domaine des méthodes d'organisation et de marketing. En revanche, la part des entreprises ne présentant des innovations de produit était, à 35 %, similaire à celle de la plupart des autres régions comparées. Seule la région du Bade-Wurtemberg se distinguait ici avec une valeur de 49 %.

La part des entreprises menant des activités de R-D en interne est un deuxième indicateur de l'orientation des entreprises vers l'innovation. Elle montre combien d'entreprises mettent l'accent sur des innovations basées sur leurs propres développements

¹¹ Les évaluations spéciales ont été réalisées par les organismes nationaux chargés de la mise en œuvre de l'ECI: l'INSEE pour la France, l'ISTAT pour l'Italie, le ZEW pour l'Allemagne ainsi que le DBEIS pour le Royaume-Uni.

¹² Concrètement, il s'agit des industries extractives, de l'industrie manufacturière, de la production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné, de l'eau, de l'assainissement et de la gestion des déchets, de la dépollution (activités économiques 5 à 39) ainsi que du commerce de gros, des transports et de l'entreposage, de l'information et de la communication, des activités financières et d'assurance, des activités d'architecture et d'ingénierie, des activités de contrôles et d'analyses techniques, de la recherche-développement scientifique, de la publicité et des études de marché (activités économiques 46, 49 à 53, 58 à 66, 71 à 73).

¹³ Les définitions des innovations de produit et de procédé ont été adaptées dans la quatrième édition du Manuel d'Oslo (OCDE & Eurostat, 2018). Les innovations de produit incluent désormais aussi des modifications dans le design des produits, tandis que les innovations de processus incluent désormais les innovations dans le domaine des méthodes d'organisation et de marketing. La part des innovateurs selon la nouvelle définition est nettement plus élevée que selon l'ancienne définition, plus restrictive.

¹⁴ Les valeurs pour la Suisse se basent sur une évaluation spéciale effectuée dans le cadre de l'Enquête sur l'innovation 2018 du Centre de recherches conjoncturelles (KOF).

technologiques. En 2018, un peu plus de 22 % des entreprises suisses pratiquaient la R-D en interne (graphique B 9.14). Environ 16 % des entreprises le faisaient de manière continue et un peu plus de 6 % de manière occasionnelle. La part des entreprises pratiquant la R-D en continu était nettement plus faible en Suisse que dans les deux régions françaises et se situait également en deçà des valeurs du Bade-Wurtemberg et de Bavière. De manière générale, l'orientation R-D des entreprises en Suisse n'était pas seulement plus faible que dans les autres régions d'innovation, elle était également inférieure à celle des quatre États dont ces régions font partie. Comme, dans le même temps, les dépenses de R-D du secteur des entreprises suisses étaient élevées et ont continué d'augmenter (voir chapitre 9.1), il en ressort une évolution divergente entre les grandes entreprises actives dans la recherche, qui influencent de manière prépondérante le volume des dépenses de R-D, et les petites et moyennes entreprises (PME), qui déterminent la part des entreprises actives dans la R-D. Une évolution semblable a été constatée aussi en Allemagne (Schubert & Rammer, 2018).

La part des innovations de produit dans le chiffre d'affaires sert d'indicateur de leur succès économique. Le chiffre d'affaires généré par les innovations de produit mises sur le marché au cours des trois dernières années est rapporté au chiffre d'affaires de l'ensemble des entreprises (y compris celles ne proposant pas d'innovations de produit). En 2018, la part des innovations de produit dans ce chiffre d'affaires total était d'un peu plus de 23 % en Suisse (graphique B 9.15). Cette valeur était nettement plus élevée que dans les deux régions françaises, et supérieure aussi aux valeurs des deux régions allemandes (environ 20 %). La grande région de Londres atteignait presque la même valeur que la Suisse. Si l'on considère les innovations de produit de manière différenciée pour ne prendre en compte que la part du chiffre d'affaires généré par des produits fondamentalement nouveaux (« nouveautés pour le marché »), seule une petite part du chiffre d'affaires des entreprises en Suisse provient d'innovations de produit, ces dernières représentant 3,5 % du chiffre d'affaires. Presque toutes les régions de comparaison obtenaient des valeurs plus élevées. À l'inverse, la part du chiffre d'affaires générée par des innovations de produit déjà proposées sous une forme identique ou similaire par d'autres entreprises sur le marché (« nouveautés pour l'entreprise ») était plus élevée en Suisse que dans les régions de comparaison.

9.5 Portée des activités à forte intensité de savoir et de recherche

Un autre aspect fondamental de la capacité d'innovation d'une économie est sa tendance à orienter ses activités économiques dans des branches à forte intensité de recherche et de savoir. D'une part, le déplacement de la demande vers les biens et les services de ces branches crée des perspectives de croissance favorables. De l'autre, la recherche et l'innovation y jouent un rôle central dans le développement d'innovations et le renforcement de la compétitivité. Au niveau du personnel, les services à forte intensité de savoir se caractérisent par une part élevée de collaborateurs hau-

tement qualifiés. Sont uniquement considérés ci-après les services à forte intensité de savoir et orientés principalement vers le marché, lesquels peuvent être subdivisés entre services à forte intensité de savoir basés sur la technologie et autres services à forte intensité de savoir selon l'importance des connaissances techniques¹⁵.

En Suisse, un peu plus de 26 % des salariés du secteur des entreprises, défini selon les critères de marché, travaillaient en 2018 dans des branches à forte intensité de recherche et de savoir (graphique B 9.16). Cette part était sensiblement plus faible que dans les deux régions d'innovation allemandes (Bade-Wurtemberg 34 %, Bavière 31 %) et légèrement inférieure à la valeur des grandes régions de Paris et de Londres (28 % chacune). Dans la région Lombardie-Piémont, près de 25 % des salariés travaillaient dans des branches à forte intensité de recherche et de savoir. Parmi les régions de comparaison, la région Rhône-Alpes affichait la valeur la plus faible (20 %).

Les branches de l'industrie à forte intensité de recherche peuvent être réparties entre branches à haute intensité de R-D et branches à moyenne intensité de R-D (dépenses de R-D par valeur ajoutée)¹⁶. La Suisse se distingue par une part de salariés particulièrement élevée dans les branches industrielles à haute intensité de R-D. Cette part s'élevait à 5,6 % en 2018 et dépassait de plusieurs fois celle des autres régions de comparaison. Parallèlement, la part de l'emploi dans les branches industrielles à moyenne intensité de R-D était plus faible que dans presque toutes les régions de comparaison (à l'exception de la grande région de Londres). En Suisse, la part des services à forte intensité de savoir, qui s'élevait à 15,3 % en 2018, est relativement élevée. Seules les deux grandes régions de Paris et de Londres ont affiché des valeurs plus élevées, que ce soit pour les services basés sur la technologie ou pour les autres services à forte intensité de savoir.

Entre 2009 et 2018, la part de l'emploi dans les branches à forte intensité de recherche et de savoir a augmenté d'un point de pourcentage en Suisse. Le recul dans les branches industrielles à moyenne intensité de R-D (-1,1 point de pourcentage) a été compensé par l'augmentation dans les branches industrielles à haute intensité de R-D (+0,1 point de pourcentage) et dans les services à forte intensité de savoir (+1,2 point de pourcentage dans les

¹⁵ Les services à base technologique comprennent les télécommunications, les services de technologies de l'information, les services d'information, les activités d'architecture et d'ingénierie, les activités de contrôles et d'analyses techniques, physique et chimique ainsi que la recherche-développement scientifique (activités économiques 61 à 63, 71, 72). Les autres services à forte intensité de savoir comprennent l'édition, la production de films et de musique, la radiodiffusion, les activités juridiques et comptables, le conseil de gestion et la gestion, la publicité et les études de marché ainsi que les autres activités spécialisées, scientifiques et techniques (activités économiques 58 à 60, 69, 70, 73, 74).

¹⁶ Selon la définition de l'OCDE, les industries de ces régions peuvent être considérées tantôt comme des « industries à haute intensité de R-D » tantôt comme des « industries à moyenne intensité de R-D », voir Galindo-Rueda & Verger, 2016. Sur la base des divisions de la nomenclature des activités économiques, les branches à haute intensité de R-D comprennent l'industrie pharmaceutique et l'industrie électronique (branches d'activités 21, 26). Les branches à moyenne intensité de recherche comprennent l'industrie chimique, la fabrication d'équipements électriques, la fabrication de machines et équipements et la fabrication de matériel de transport (branches d'activités 20, 27 à 30).

services basés sur la technologie et +0,8 point de pourcentage dans les autres services à forte intensité de savoir) (graphique B 9.17). Seule la région de Londres a enregistré un report d'emplois plus important vers les branches à forte intensité de recherche et de savoir au cours de la dernière décennie, les autres services à forte intensité de savoir tels que le conseil de gestion ou la publicité y ayant contribué de manière déterminante. Dans les deux régions allemandes, en revanche, la part de l'emploi dans les branches à forte intensité de recherche et de savoir a diminué en raison de revers importants subis dans l'industrie à forte intensité de recherche, mais aussi de la part en baisse des autres services à forte intensité de savoir. Cette évolution s'inscrit dans un contexte de forte croissance de l'emploi dans des branches de services à faible intensité de savoir. Dans les régions de France et d'Italie figurant dans la comparaison, la part des branches à forte intensité de recherche et de savoir n'a pratiquement pas changé au cours de la dernière décennie.

9.6 Conclusion

Dans la comparaison avec des régions d'innovation de taille similaire situées dans de grands États européens (Allemagne, Italie, France, Royaume-Uni), la Suisse a obtenu de moins bons résultats que dans la comparaison correspondante entre États. Ainsi, la région voisine du nord, le Bade-Wurtemberg, présentait en 2019 une intensité de R-D (dépenses de R-D rapportées au PIB) presque deux fois supérieure à celle de la Suisse. La comparaison entre les régions d'innovation examinées relativise sensiblement le nombre élevé de publications scientifiques (période 2018-2020) et de brevets (période 2017-2020) par habitant en Suisse, bien que la Suisse se classe également en tête sous cet angle.

En 2018, la Suisse présentait, en comparaison avec les régions d'innovation étudiées, la plus forte proportion d'entreprises avec innovations de produit et de procédé par rapport au nombre total d'entreprises. La part du chiffre d'affaires réalisée avec des innovations de produit était également plus élevée en Suisse, mais la contribution au chiffre d'affaires des nouveautés pour le marché était plus faible que dans presque toutes les régions comparées. La structure économique de la Suisse, qui apparaissait en 2018 comme particulièrement intense en savoir dans la comparaison entre les États, n'était que moyennement intense en savoir dans la comparaison entre les régions d'innovation. Ainsi, en 2018, la part des employés du secteur des entreprises, définie selon les critères de marché, qui sont occupés dans des branches à forte intensité de recherche et de savoir était sensiblement plus faible que dans les deux régions d'innovation allemandes du Bade-Wurtemberg et de la Bavière et légèrement inférieure à celle des grandes régions de Paris et de Londres.

La pertinence de la comparaison des régions d'innovation au sein de grands États avec un petit État comme la Suisse est toutefois limitée pour plusieurs raisons. Par exemple, une région de la même taille que la Suisse faisant partie d'un grand pays peut concentrer ses efforts sur un petit nombre d'activités et de branches particu-

lièrement innovantes, puisque d'autres régions se chargent des activités non innovantes (par exemple la fabrication de produits standards, les fonctions commerciales et le transport ou encore les activités liées au tourisme). En revanche, des activités non innovantes sont aussi représentées en Suisse dans une mesure nécessaire pour un État.

A contrario, l'appartenance d'une région d'innovation à un grand État peut restreindre son orientation internationale, par exemple lorsque le marché national constitue un marché cible suffisamment important pour le développement de nouvelles technologies. Les demandes de brevets internationales sont ainsi moins fréquentes dans ces régions, si bien que dans ce domaine, une petite économie ouverte aux échanges comme la Suisse obtient de meilleures notes que les régions d'innovation situées dans de grands pays.

Les régions d'innovation faisant partie de plus grands États profitent toutefois de la taille de leur État sur des aspects précis, car elles peuvent puiser dans un vaste réservoir de talents et d'idées à l'échelle nationale et attirer une part importante des ressources innovantes disponibles dans l'État en question. Cela ne vaut pas seulement pour les personnes hautement qualifiées, mais aussi pour les biens rares comme le capital-risque.

Pour la Suisse, cela signifie qu'elle doit compenser ce désavantage concurrentiel par rapport aux régions d'innovation de grands États par une plus grande ouverture. Elle y est parvenue avec succès par le passé, comme le montrent la forte orientation internationale de l'économie suisse et le pourcentage élevé de chercheurs internationaux au niveau tertiaire en Suisse. Une telle ouverture est indispensable afin de pérenniser les performances de la Suisse en matière d'innovation.

Bibliographie

- Galindo-Rueda, F. et Verger F. (2016): OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity, Documents de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie, no 2016/04. Paris: Éditions OCDE.
- OCDE (2009): Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets. Disponible sous: www.oecd.org > Direction de la Science, de la technologie et de l'innovation > Politiques scientifiques, technologiques et d'innovation > Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets.
- OCDE (2016): Manuel de Frascati 2015. Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental. Paris: Éditions OCDE.
- OCDE & Eurostat (2018): Manuel d'Oslo 2018. Lignes directrices pour le recueil, la communication et l'utilisation des données sur l'innovation. Paris: Éditions OCDE.
- Rammer, C. & Trunschke, M. (2018): Forschung und Innovation: Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen. Étude réalisée sur mandat du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation. Berne: Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (en allemand seulement).
- SEFRI (2020): Recherche et innovation en Suisse 2020. Berne: Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation.
- Schmoch, U. (2008): Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO). Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- Schubert, T. & C. Rammer (2018): Concentration on the Few – Mechanisms Behind a Falling Share of Innovative Firms in Germany. *Research Policy* 47(2), 379-389.

Tableau B 9.1 : Chiffres-clés des régions comparées

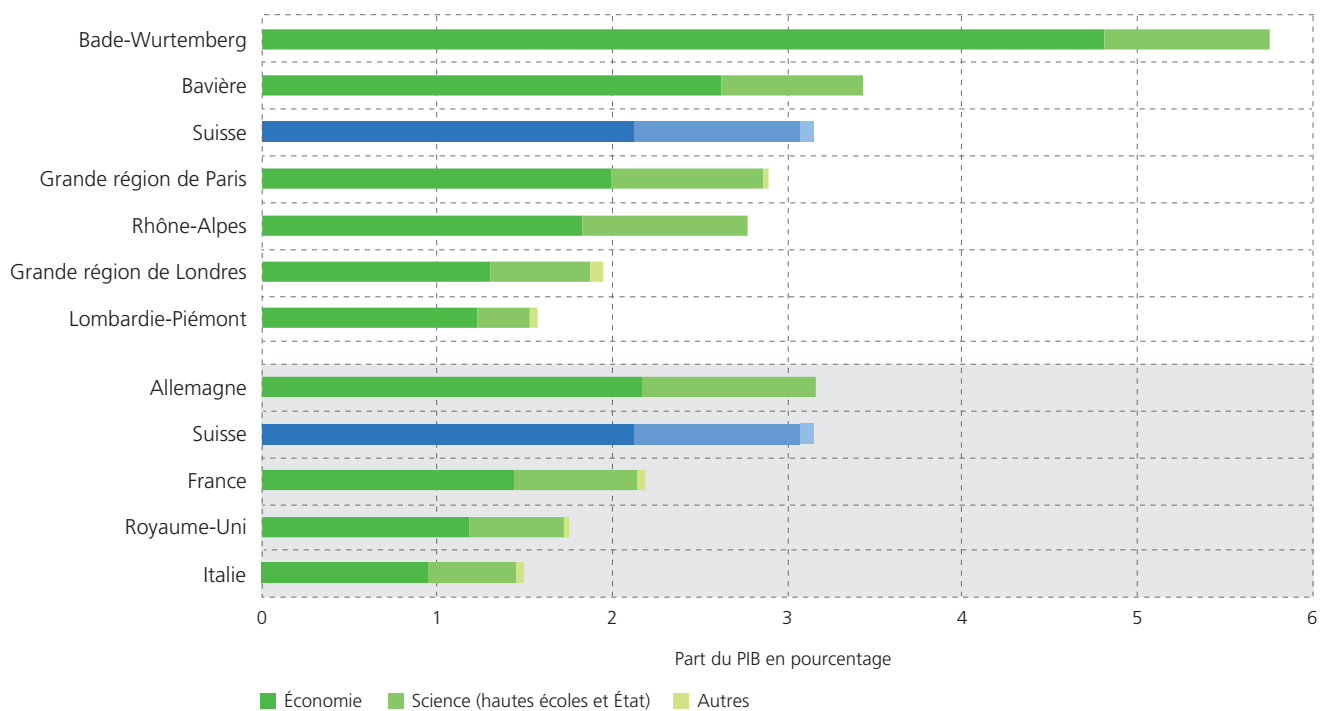
	Superficie en milliers de km ²	Population 2020 en millions	PIB 2019 en milliards EUR ^{a)}	PIB par habitant 2019 en milliards EUR ^{a)}	Dépenses de R-D 2019	
					pourcentage du PIB	pourcentage des dépenses de R-D nationales
Bade-Wurtemberg	35,8	11,10	525	47,4	5,76	28
Bavière	70,6	13,12	635	48,4	3,43	20
Lombardie-Piémont	49,3	14,34	537	36,4	1,57	55
Grande région de Paris ¹⁾	12,0	12,29	743	60,4	2,90 ^{b)}	12 ^{b)}
Rhône-Alpes	43,7	6,69	243	36,8	2,77 ^{b)}	39 ^{b)}
Grande région de Londres ²⁾	40,6	24,39	1131	46,4	1,95 ^{c)}	53 ^{c)}
Suisse	41,3	8,61	654	76,5	3,15	100

^{a)} converti au taux de change; ^{b)} valeur pour 2013, en l'absence de données plus récentes disponibles; ^{c)} valeur pour 2018

¹⁾ Île-de-France; ²⁾ Inner and Outer London, East of England, South East (UK)

Source : Eurostat

Graphique B 9.2 : Dépenses de R-D en pourcentage du PIB par secteur d'exécution, 2019

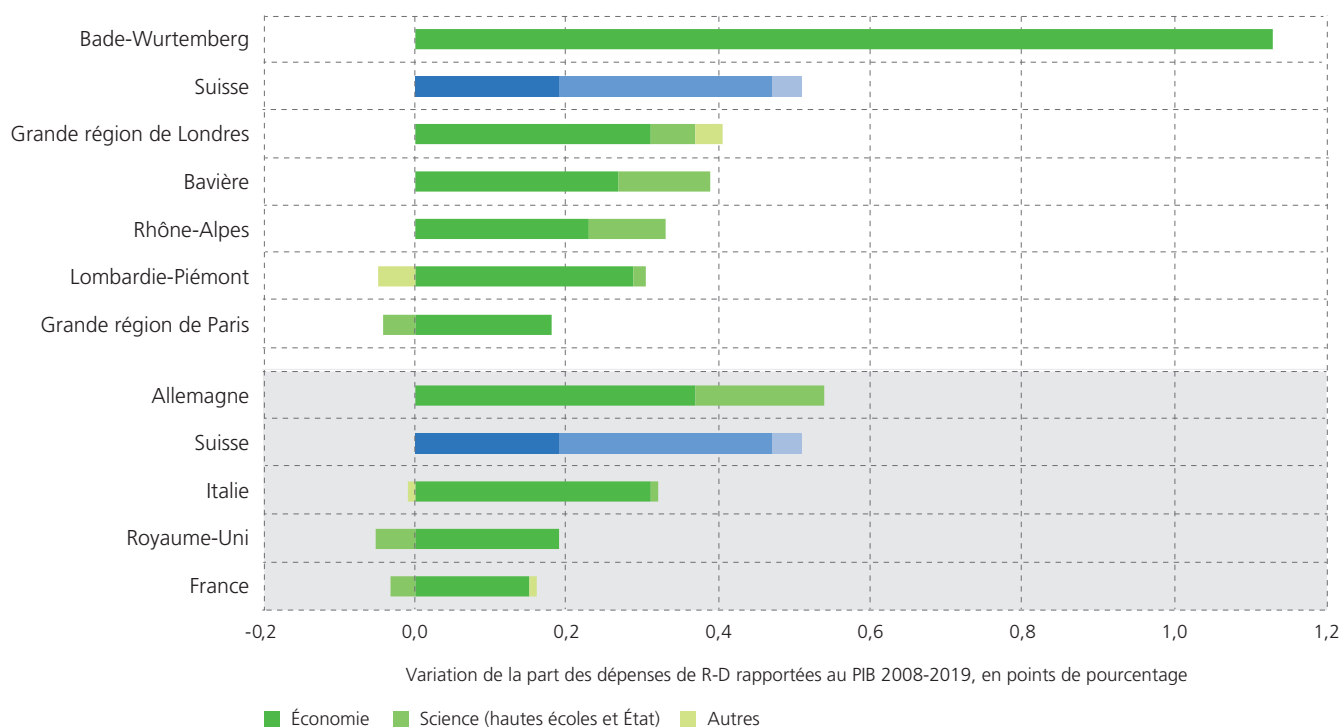


Autres : organisations privées d'utilité publique actives dans la R-D

Exceptions à l'année de référence 2019 : Rhône-Alpes (2013), grande région de Paris (2013), grande région de Londres (2018)

Source : Eurostat, calculs du ZEW

Graphique B 9.3 : Variation de l'intensité de R-D par secteur d'exécution, entre 2008 et 2019



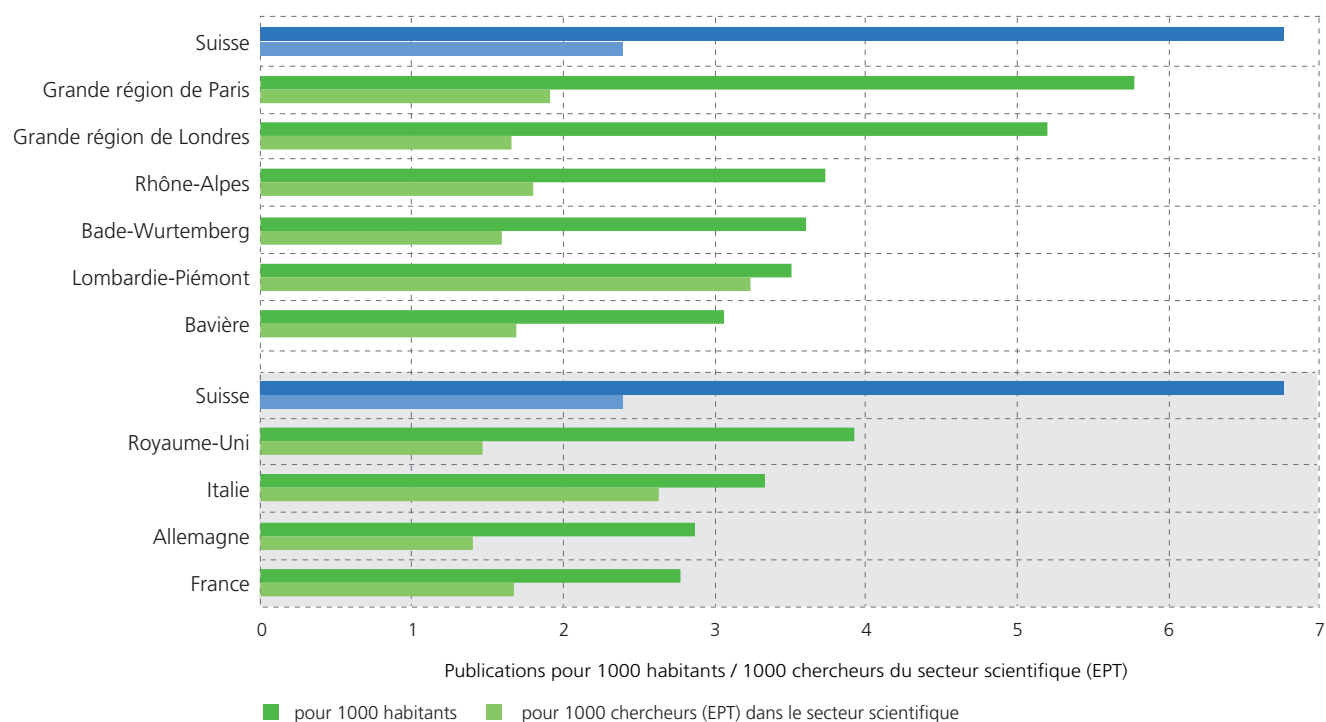
Autres : organisations privées d'utilité publique actives dans la R-D

Exceptions à l'année de référence 2008 : Bade-Wurtemberg (2009), Bavière (2009)

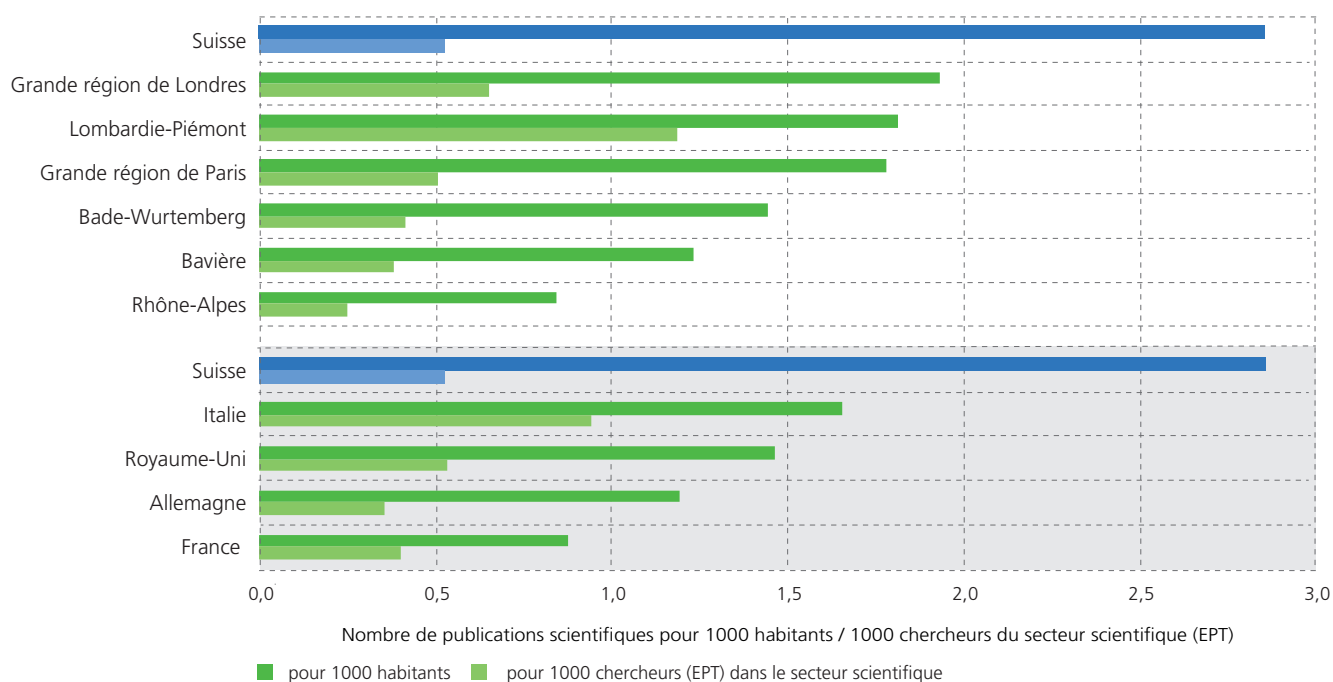
Exceptions à l'année de référence 2019 : Rhône-Alpes (2013), grande région de Paris (2013), grande région de Londres (2018)

Source : Eurostat, calculs du ZEW

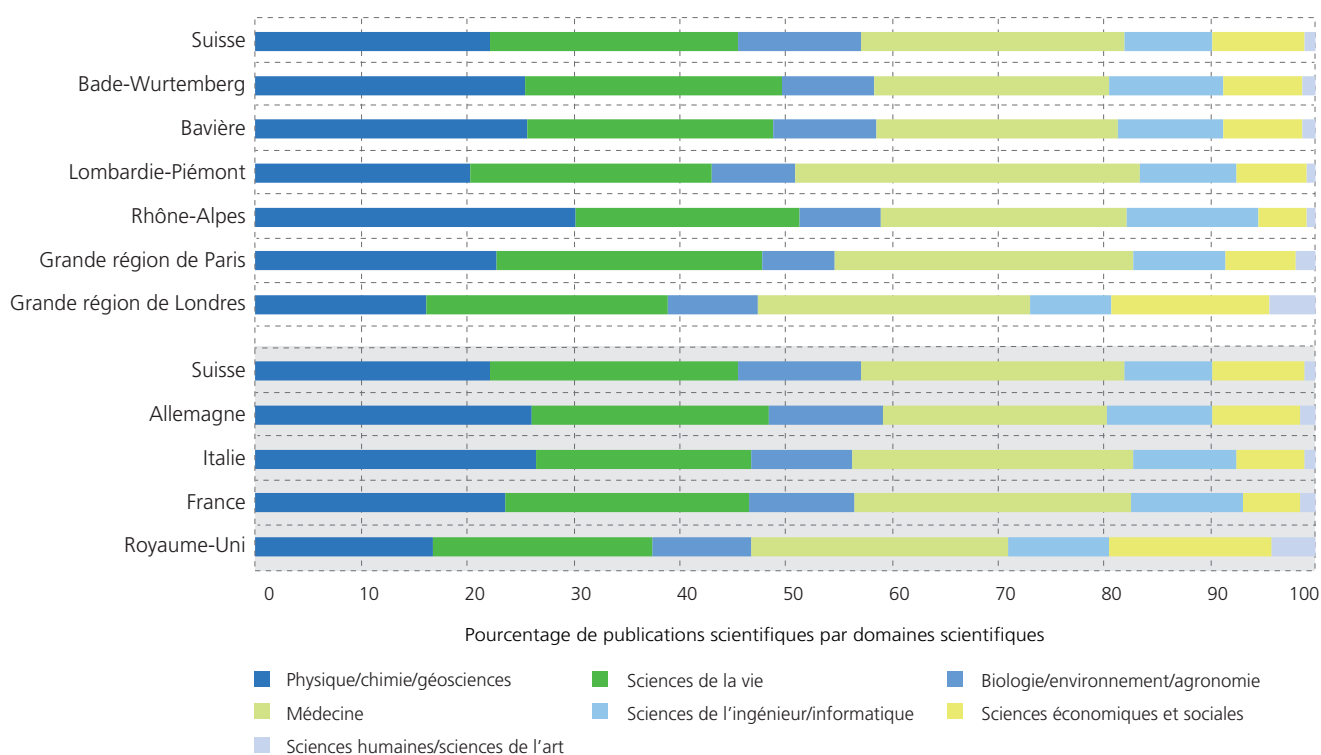
Graphique B 9.4 : Nombre de publications scientifiques par habitant et par chercheur du secteur scientifique, moyenne 2018-2020



Sources : WoS, Eurostat, calculs du Fraunhofer ISI et du ZEW

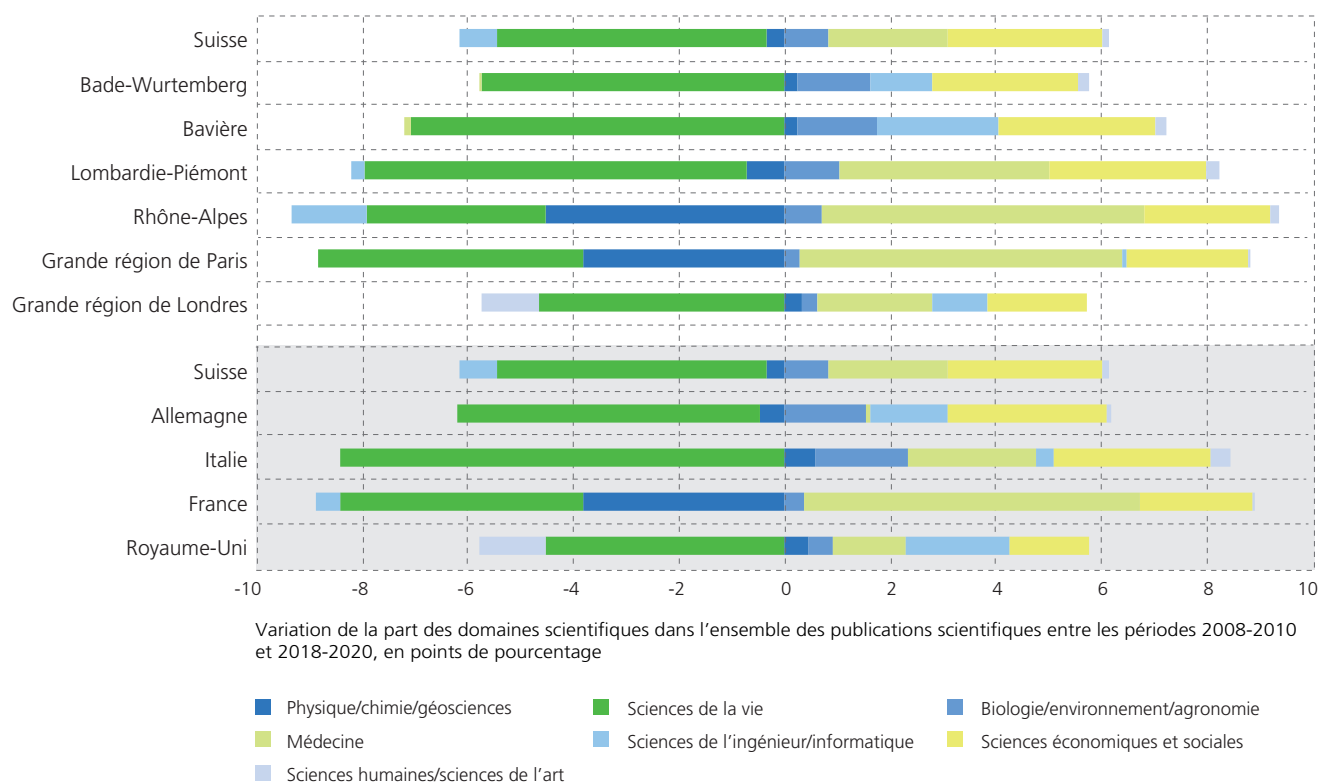
Graphique B 9.5 : Variation de l'intensité de publication entre les périodes 2008-2010 et 2018-2020


Sources : WoS, Eurostat, calculs du Fraunhofer ISI et du ZEW

Graphique B 9.6 : Répartition des publications scientifiques par domaines scientifiques, 2018-2020


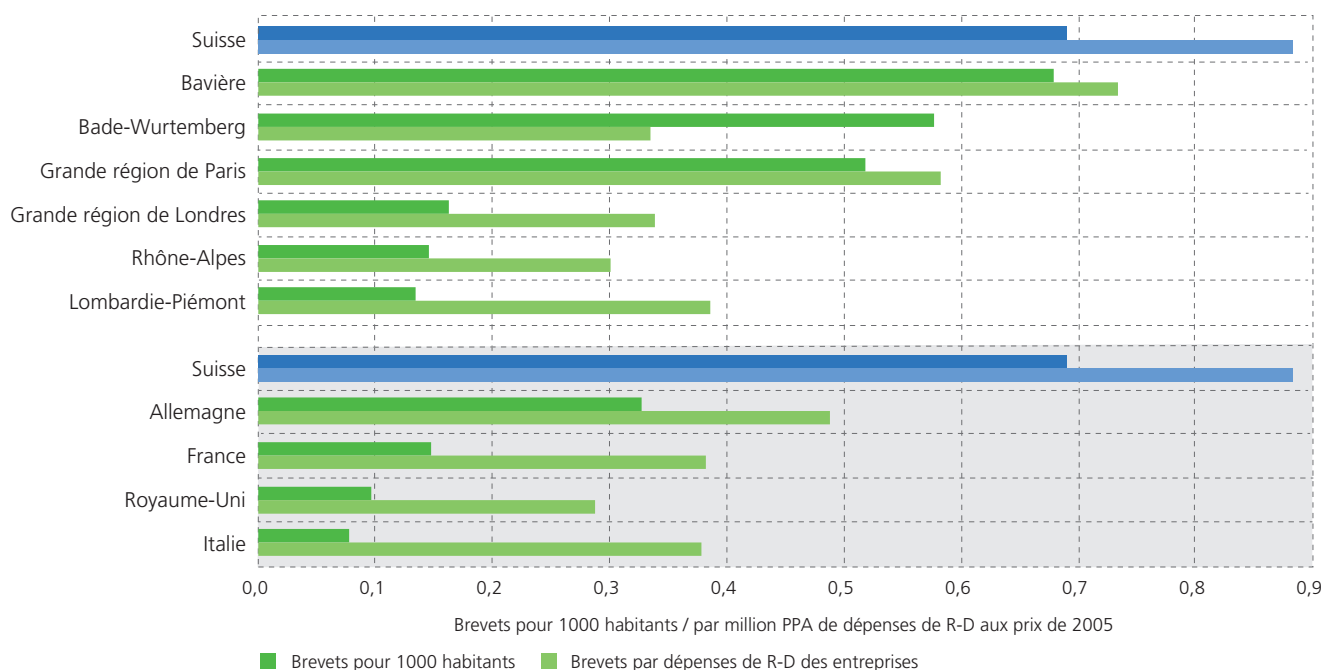
Sources : WoS, Eurostat, calculs du Fraunhofer ISI et du ZEW

Graphique B 9.7 : Répartition des publications scientifiques par domaine scientifique, variation entre les périodes 2008-2010 et 2018-2020



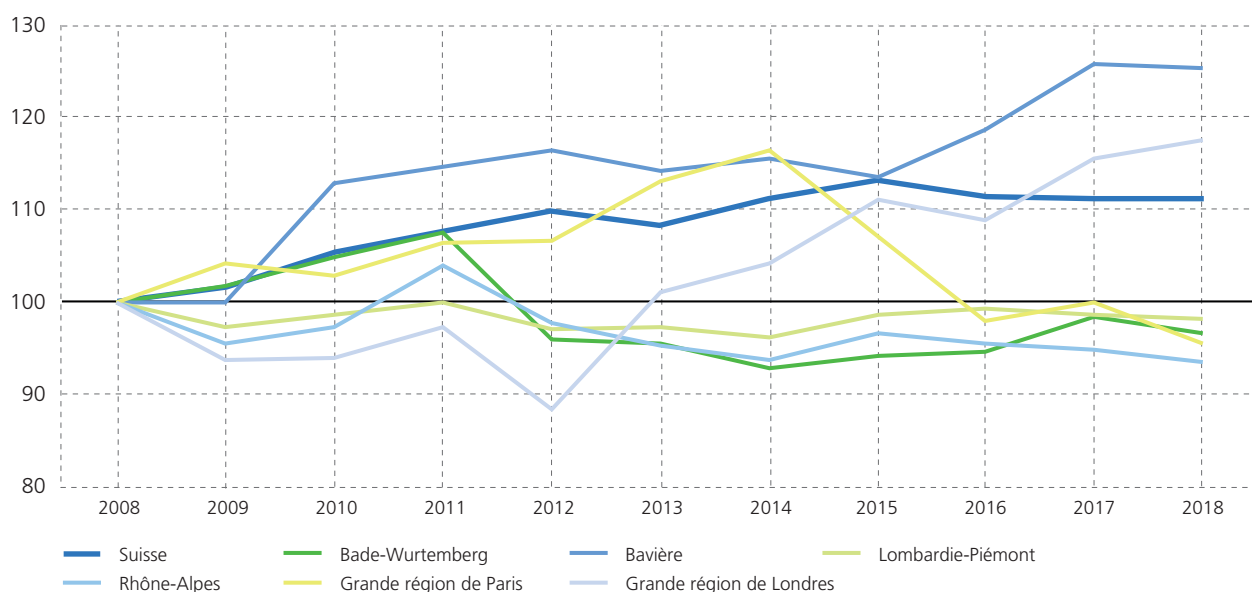
Sources : WoS, Eurostat, calculs du Fraunhofer ISI et du ZEW

Graphique B 9.8 : Intensité de brevets, moyenne 2017-2018



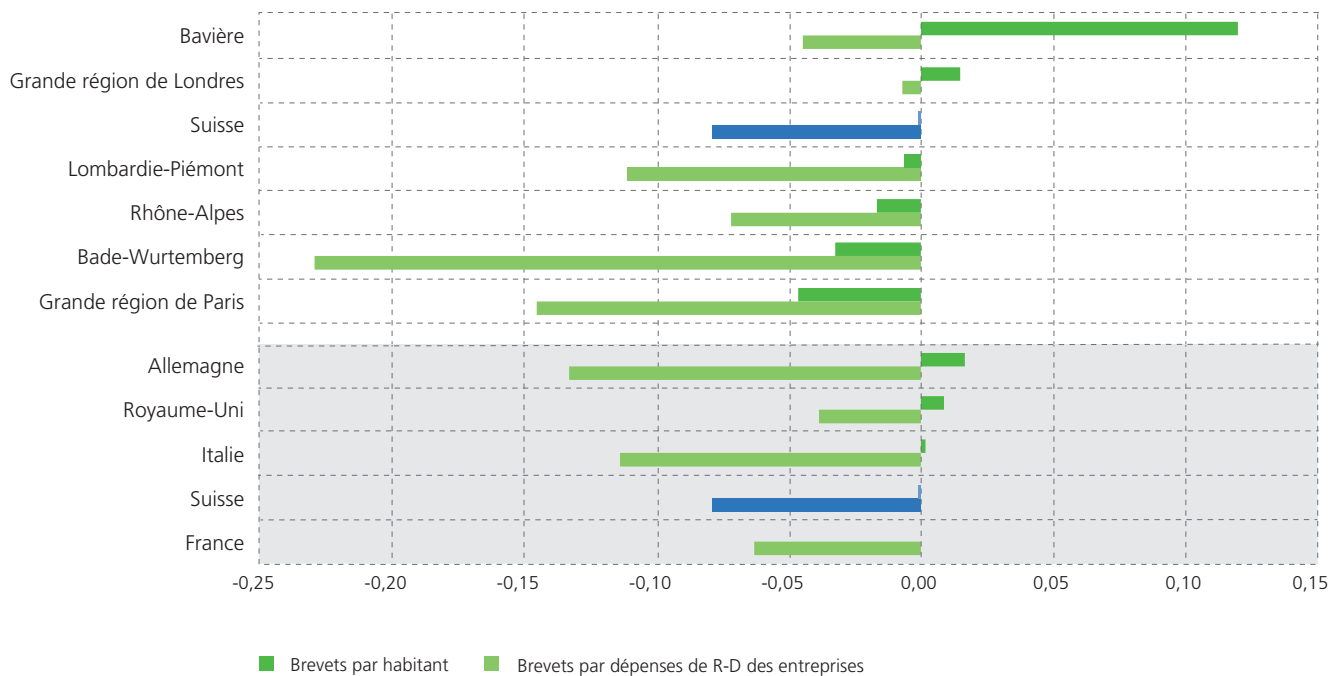
PPA = parité de pouvoir d'achat
Source : OCDE (Regpat), calculs du ZEW

Graphique B 9.9 : Évolution du nombre de demandes de brevets internationaux, 2008-2018



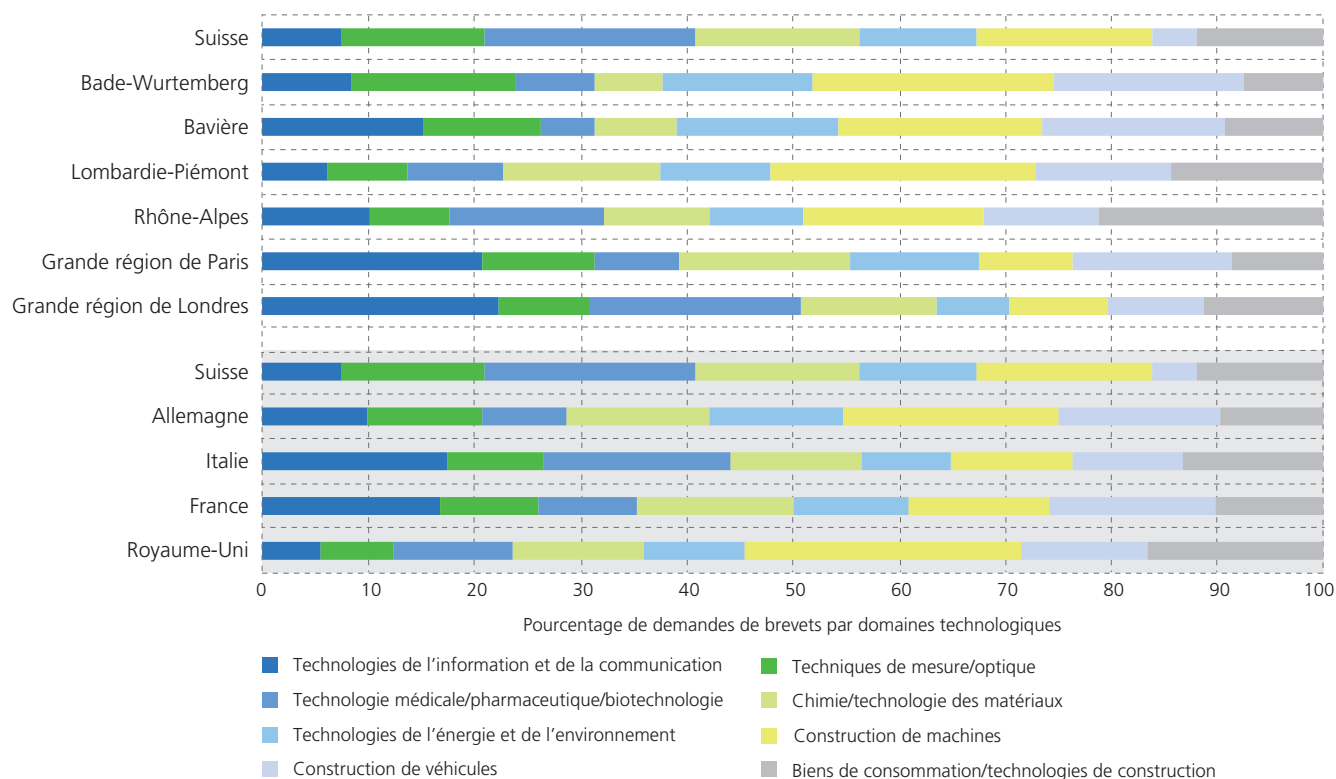
Source : OCDE (Regpat), calculs du ZEW

Graphique B 9.10 : Variation de l'intensité de brevets entre les périodes 2008-2009 et 2017-2018



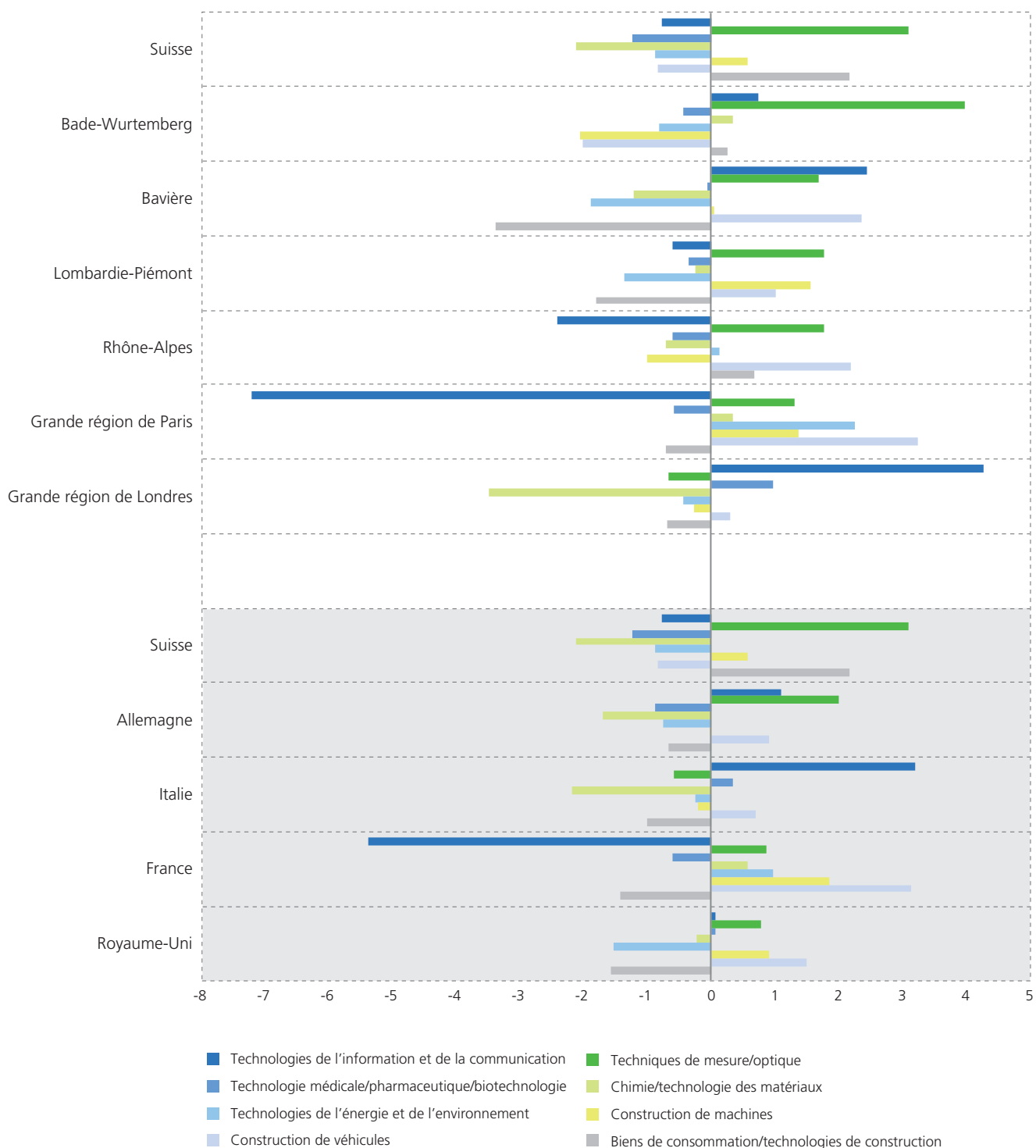
Source : OCDE (Regpat), calculs du ZEW

Graphique B 9.11 : Répartition des demandes de brevets par domaines technologiques, moyenne 2015-2018



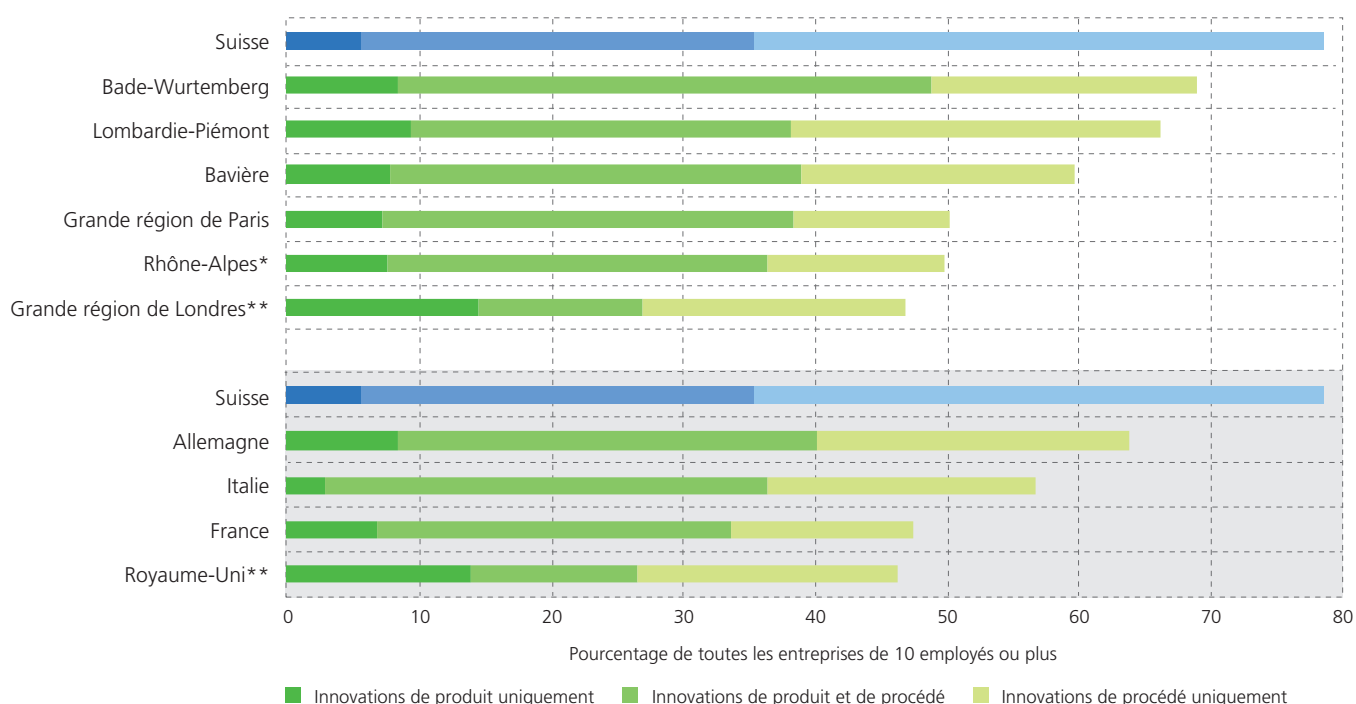
Source : OCDE (Regpat), calculs du ZEW

Graphique B 9.12 : Variation de la répartition des demandes de brevets par domaines technologiques entre les périodes 2008-2009 et 2017-2018



Source : OCDE (Regpat), calculs du ZEW

Graphique B 9.13 : Part des entreprises présentant des innovations de produit ou de procédé, 2018

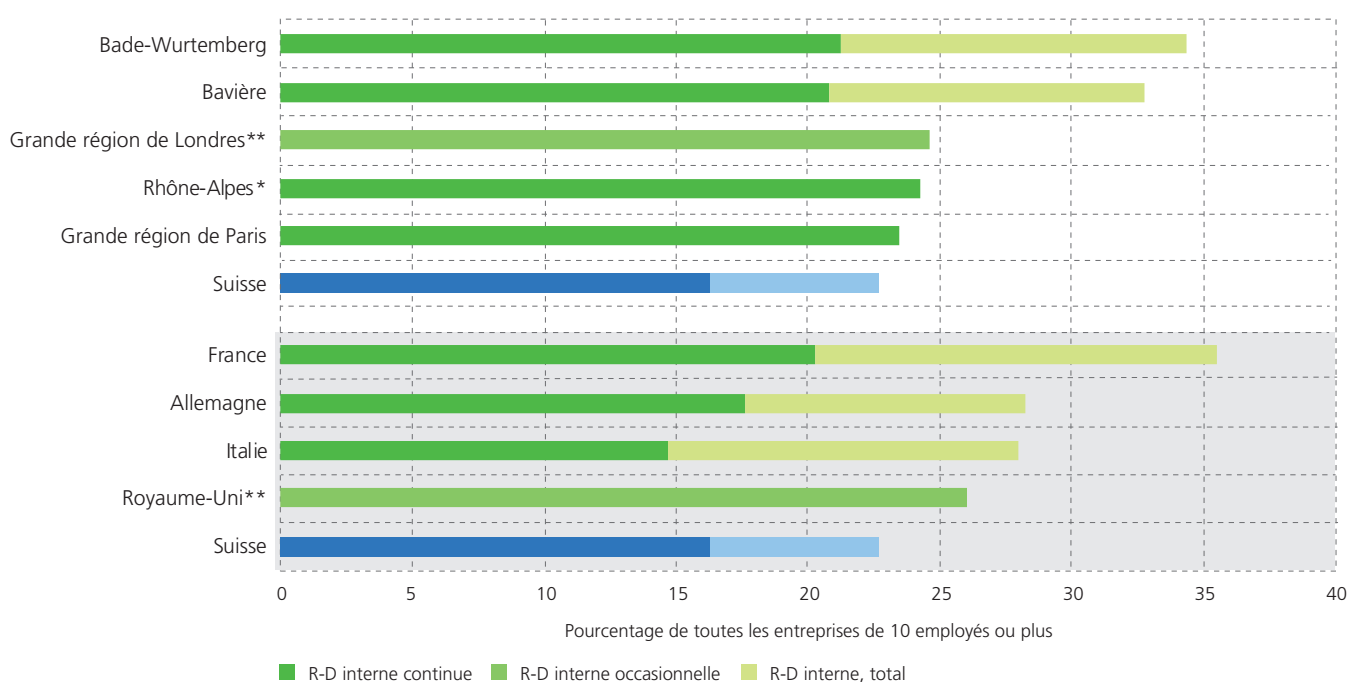


* Région Rhône-Alpes avec l'Auvergne

** Les valeurs pour la grande région de Londres et le Royaume-Uni ont été converties selon les secteurs cibles du rapport de l'ECI

Sources : Eurostat, INSEE, DBEIS, ZEW, calculs du ZEW

Graphique B 9.14 : Part des entreprises menant des activités de R-D en interne, 2018



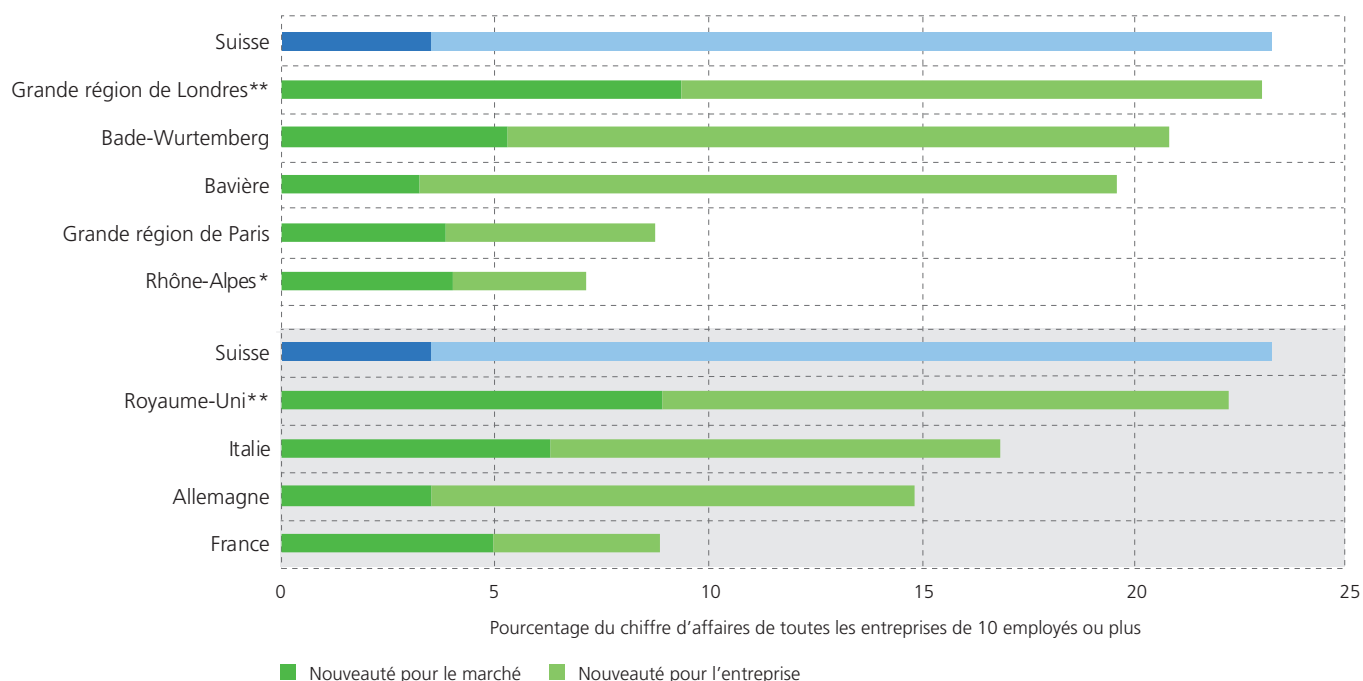
Lombardie-Piémont : aucune donnée

Rhône-Alpes et grande région de Paris : aucune donnée concernant la part des entreprises menant occasionnellement des activités de R-D

* Région Rhône-Alpes avec l'Auvergne

** Les valeurs pour la grande région de Londres et le Royaume-Uni ont été converties selon les secteurs cibles du rapport de l'ECI

Sources : Eurostat, INSEE, DBEIS, ZEW, calculs du ZEW

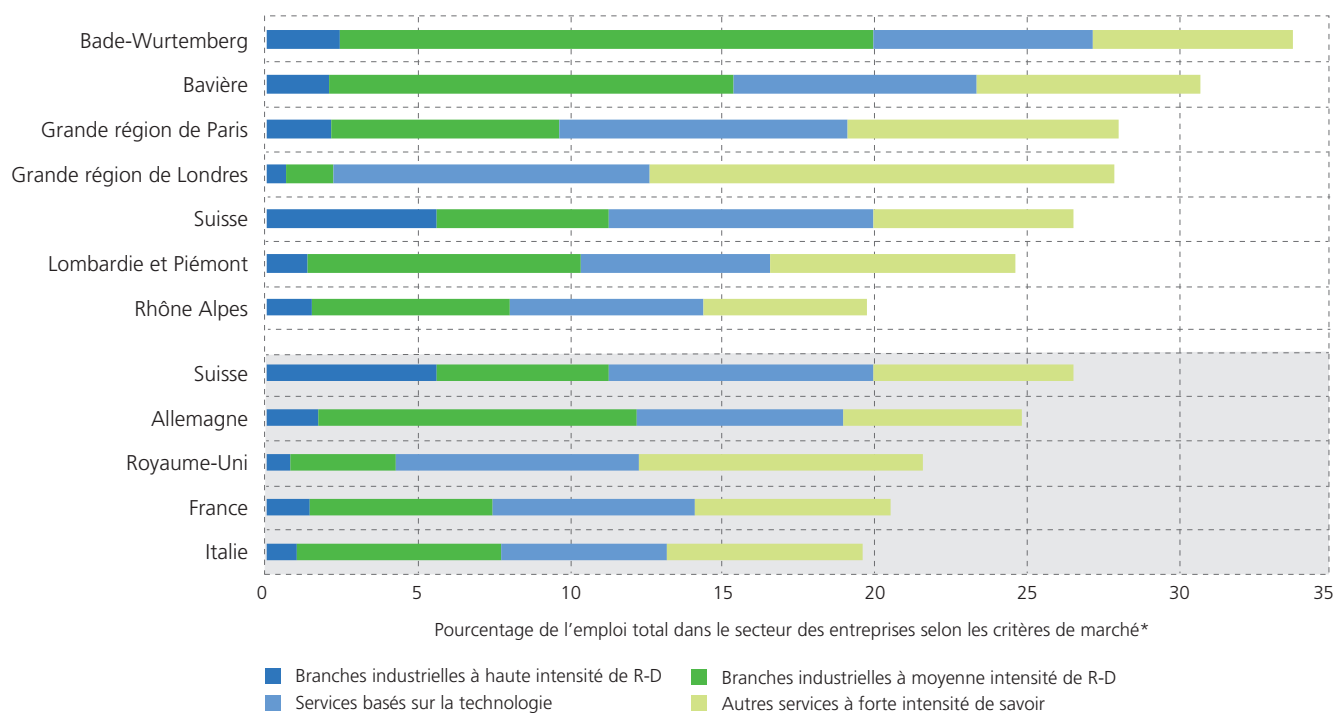
Graphique B 9.15 : Part du chiffre d'affaires imputable à des innovations de produit selon le degré de nouveauté, 2018

Lombardie-Piémont : aucune donnée

* Région Rhône-Alpes avec l'Auvergne

** Les valeurs pour la grande région de Londres et le Royaume-Uni ont été converties selon les secteurs cibles du rapport de l'ECI

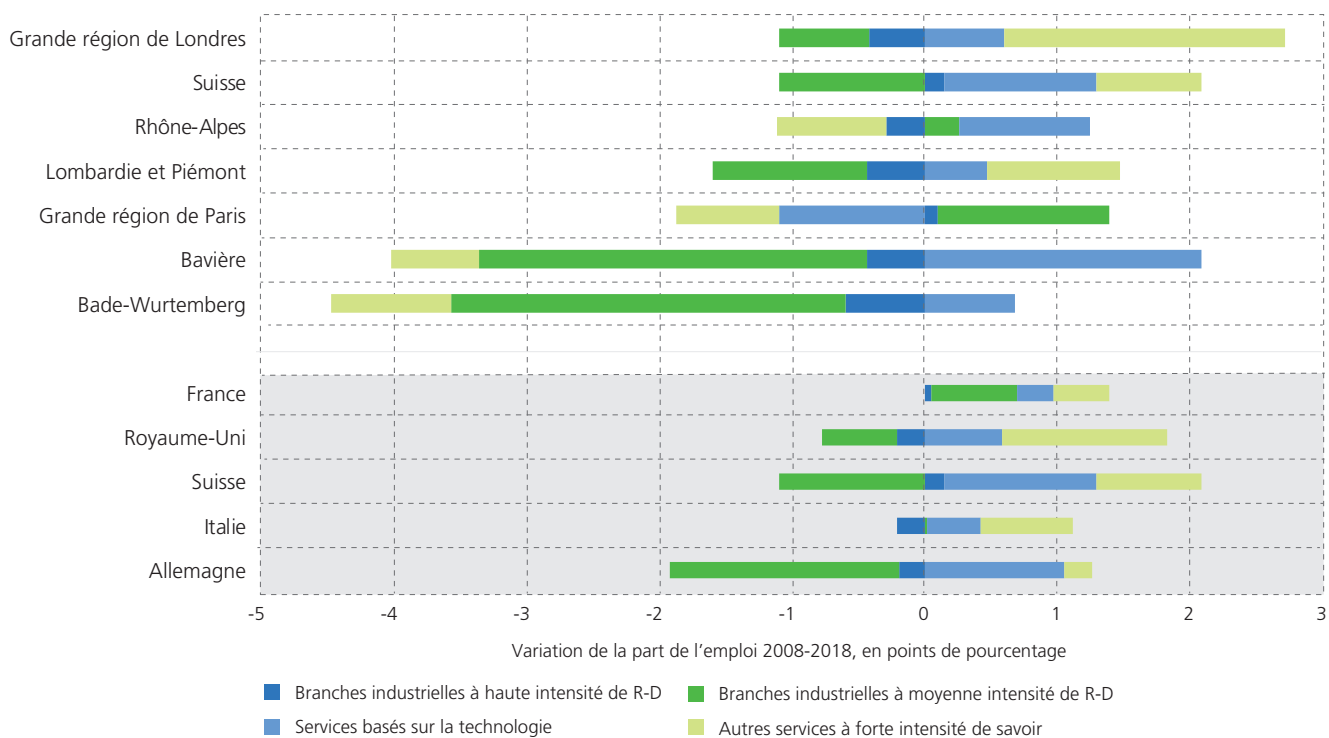
Sources : Eurostat, INSEE, DBEIS, ZEW, calculs du ZEW

Graphique B 9.16 : Part de l'emploi dans les branches à forte intensité de recherche et de savoir, 2018

*Activités économiques B à N ainsi que 95 sans K

Source : Eurostat, calculs du ZEW

Graphique B 9.17 : Variation de la part de l'emploi dans les branches à forte intensité de recherche et de savoir, 2008-2018



Exceptions à l'année de référence 2008 : Suisse (2009), Rhône-Alpes (2010), grande région de Paris (2010), France (2010)
Source : Eurostat, calculs du ZEW