



Rapport « Recherche et innovation en Suisse »

La recherche et l'innovation suisses en comparaison internationale – Actualisation 2018 des indicateurs



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
**Secrétariat d'Etat à la formation,
à la recherche et à l'innovation SEFRI**

Le rapport « Recherche et innovation en Suisse » a été publié par le SEFRI pour la première fois en 2016. Une nouvelle édition complète du rapport sera publiée en 2020. Dans l'intervalle, afin de disposer de chiffres aussi actuels que possibles, la partie du rapport portant sur les indicateurs (Partie B – La recherche et l'innovation suisses en comparaison internationale) a été mise à jour en 2018.

Renseignements

Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation
Division Recherche et Innovation
Einsteinstrasse 2, CH-3003 Berne
+41 58 465 42 75; info@sbfi.admin.ch

Impressum

Édition : Secrétariat d'État à la formation,
à la recherche et à l'innovation SEFRI, © 2018
Conception, coordination et rédaction : Dr. Müfit Sabo,
Dr. Sylvie Rochat, Annette Kull, Dr. Isabelle Maye, Thomas
Boschung, Nicole Hofer, Léo Benmenni, Daniel Duttweiler,
Martin Fischer
Graphisme : Désirée Goetschi SEFRI
Traduction : Services linguistiques du SEFRI
Téléchargement : www.sbfi.admin.ch/rapport_r-i
Disponible en français et allemand
ISSN: 2296-3855

Table des matières

Introduction	5
Management Summary	6
1 Conditions-cadres de la recherche et de l'innovation.	8
2 Éducation et qualifications	12
3 Personnel actif dans le domaine de la recherche et de l'innovation.	16
4 Dépenses dans le domaine de la recherche et de l'innovation	18
5 Financement de la recherche et de l'innovation.	21
6 Participation aux programmes-cadres de recherche de l'UE.	24
7 Publications scientifiques	29
8 Brevets.	33
9 Transfert de savoir et de technologie.	38
10 Activités d'innovation des entreprises	42
11 Performance économique.	48
12 Technologies de l'information et de la communication . . .	50
13 La Suisse comparée aux régions-phares de l'innovation. . .	58

Introduction

Le rapport « Recherche et innovation en Suisse » a été publié par le SEFRI pour la première fois en 2016. Il offre un aperçu général du système suisse de recherche et d'innovation, des comparaisons instructives avec une sélection de pays et de régions ainsi que des analyses approfondies sur des thèmes choisis. En cela, il se veut à la fois un ouvrage de référence et une base de discussion. Une nouvelle édition complète du rapport sera publiée en 2020.

Dans l'intervalle, afin de disposer de chiffres aussi actuels que possibles, la partie du rapport portant sur les indicateurs a été mise à jour. À cet effet, la Suisse est comparée avec une sélection de pays et de régions particulièrement orientés vers la recherche et l'innovation. Les indicateurs retenus permettent d'évaluer la position internationale de la Suisse en la matière. De plus, cette actualisation contient un chapitre supplémentaire dédié aux technologies de l'information et de la communication (TIC).

Comparaison internationale¹ (chapitres 1 à 12)

Les pays avec lesquels la Suisse est comparée sont l'Autriche, le Danemark, la Finlande, la France, l'Allemagne, l'Italie, le Japon, la Corée, les Pays-Bas, la Suède, le Royaume-Uni, les États-Unis et la Chine² (pour autant que les données soient disponibles).

Ces pays ont été retenus parce qu'ils présentent au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- ils sont à la pointe en matière de science et de technologie ;
- ils ont une importance économique croissante ;
- ils sont comparables à la Suisse du point de vue de leur taille ou de leur niveau de développement ;
- ce sont d'importants partenaires économiques de la Suisse.

¹ Cette partie se base sur le travail préparatoire réalisé par Dr. Spyridon Arvanitis, Dr. Martin Wörter et Flavio Schönholzer, Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (KOF).

² Les pays sont cités dans l'ordre dans lequel ils apparaissent dans les tableaux de l'OCDE (version anglaise).

Les chapitres 1 à 12 illustrent la place de la Suisse par rapport à ces pays. Dans la mesure du possible, chaque chapitre suit la même structure, à savoir : contexte et pertinence de l'indicateur, comparaison de la Suisse avec les autres pays, évolution temporelle. Quelques indicateurs se rapportent au seul contexte national et ne font pas l'objet d'une comparaison internationale.

Comparaison avec des régions d'innovation³ (chapitre 13)

La recherche et l'innovation se concentrent souvent sur un nombre relativement restreint de régions d'un pays. Cela tient notamment aux externalités positives (effets externes du savoir), qui sont favorisées par la proximité géographique des acteurs. Ces « régions d'innovation » accueillent souvent une part considérable des ressources humaines de la recherche d'un pays et jouent un rôle moteur dans le développement de nouvelles connaissances scientifiques et d'innovations.

Au-delà de la comparaison avec d'autres États, la comparaison avec de telles régions d'innovation permet de mieux comprendre le positionnement international de la Suisse, car elle place la barre plus haut. En outre, elle correspond mieux aux structures propres de la Suisse – économie de petite taille, ouverte et fortement spécialisée – qu'une comparaison avec des pays aux vastes étendues.

Le chapitre 13 poursuit et approfondit l'analyse du rapport « Recherche et innovation en Suisse 2016 » en intégrant un plus grand nombre de régions extra-européennes. Six régions nord-américaines (baie de San Francisco, grandes régions de New York, de Boston et de Seattle, provinces d'Ontario et de Québec), neuf régions d'Asie de l'Est (grandes régions de Tokyo, d'Osaka, de Séoul, de Deajeon et de Busan-Daegu, province de Jiangsu, province de Zhejiang, grande région de Shanghai, province de Guangdong) ainsi que les cinq régions européennes qui figurent dans le rapport 2016 (Bade-Wurtemberg, Bavière, Lombardie-Piémont, grandes régions de Paris et de Londres) sont prises en considération.

³ Cette partie se base sur une étude réalisée par Dr. Christian Rammer, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim (D).

Les indicateurs et leurs limites

Les indicateurs sont des représentations quantitatives qui fournissent des informations synthétiques, en l'occurrence dans ce rapport sur les investissements, les interactions et les performances en matière de recherche et d'innovation.

Il convient toutefois de garder à l'esprit que, d'une manière générale, les indicateurs doivent être interprétés avec précaution, spécialement dans le domaine de la recherche et de l'innovation :

- L'impact de la recherche et de l'innovation ne peut être mesuré qu'à moyen ou long terme.
- Les indicateurs sont généralement statiques et ne peuvent appréhender pleinement la complexité du système national d'innovation.
- Il est extrêmement difficile de mesurer l'impact de la recherche et de l'innovation sur des biens ne relevant pas des marchés, qu'ils soient de nature culturelle, sociale, politique ou environnementale.

Ceci dit, les indicateurs présentés ci-après permettent tout de même d'établir un état des lieux et d'observer l'évolution des performances de la Suisse en matière de recherche et d'innovation.

Management Summary

Le système suisse de recherche et d'innovation s'avère très performant en comparaison internationale. Si l'on compare en effet la Suisse avec ses principaux concurrents et partenaires économiques, on constate qu'elle figure souvent parmi les pays les mieux classés en matière de recherche et d'innovation. La Suisse se démarque en particulier en ce qui concerne les indicateurs relatifs aux conditions-cadres et à l'éducation, ainsi qu'au niveau des publications et des brevets. Ces dernières années, les écarts entre pays se sont toutefois réduits.

Il convient donc de prêter une attention particulière aux domaines dans lesquels la performance de la Suisse présente un potentiel d'amélioration. Parmi ceux-ci figurent par exemple le transfert de savoir et de technologie (TST) entre petites entreprises et hautes écoles, ainsi que les activités d'innovation des petites entreprises.

L'excellente position de la Suisse se confirme également dans la comparaison avec les « régions d'innovation », même si les résultats sont moins clairs que dans la comparaison avec les pays. On relèvera par exemple que dix régions consacrent un plus grand pourcentage de leur produit intérieur brut (PIB) à la recherche et développement (R-D), et que sept régions présentent une part de l'emploi consacré aux branches à forte intensité de recherche et de savoir plus élevée que la Suisse.

Conditions-cadres

L'examen des conditions-cadres de la recherche et de l'innovation donne une image particulièrement positive de la Suisse. Elle figure en tête de peloton pour la plupart des indicateurs. L'infrastructure est de haute qualité et l'imposition des entreprises extrêmement faible. La flexibilité du marché du travail est parmi les plus élevées pour les pays considérés. La qualité de vie est excellente et il y a peu d'obstacles à la création de nouvelles entreprises. La Suisse obtient toutefois un résultat moyen en ce qui concerne la durée de création d'une entreprise.

Éducation et qualifications

La recherche et l'innovation suisses peuvent entre autres s'appuyer sur un système de formation de haute qualité. La part de la population disposant d'un diplôme de degré tertiaire n'a rien à envier aux autres pays si l'on y inclut la formation professionnelle. Celle-ci joue un rôle déterminant dans la formation d'une main d'œuvre qualifiée. L'internationalisation du système de formation, particulièrement marquée en Suisse, explique en partie ces excellents résultats. Grâce à la renommée de ses hautes écoles, la Suisse est attractive pour les étudiants et doctorants étrangers.

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

La Suisse se caractérise par l'excellence de son capital humain, dont une part importante travaille dans les domaines scientifiques et technologiques. Par rapport aux pays de référence, elle figure cependant en queue de peloton en ce qui concerne la part des chercheurs dans l'emploi total. La part des femmes parmi les chercheurs constitue également un enjeu pour la Suisse, dont la compétitivité pourrait être menacée par la difficulté croissante des entreprises et institutions de recherche à recruter les talents dont elles ont besoin pour préserver leur capacité d'innovation.

Dépenses dans le domaine de la recherche et de l'innovation

La Suisse fait partie des pays qui investissent le plus dans la R-D par rapport à leur PIB. Les entreprises privées assument près de deux tiers des dépenses de R-D. Ces dernières années, les dépenses de R-D ont particulièrement augmenté dans les grandes entreprises. Cette forte implication du secteur privé témoigne du pouvoir d'attraction des conditions-cadres que les entreprises des domaines à forte intensité de savoir trouvent en Suisse. Les hautes écoles suisses jouent également un rôle important avec une part des dépenses de R-D supérieure à 25 %. La pharmacie est la plus grande utilisatrice des résultats issus des activités de R-D réalisées en Suisse.

Financement de la recherche et de l'innovation

En Suisse, comme dans tous les autres pays considérés, le secteur privé est la source principale du financement de la R-D. L'encouragement de la R-D par la Confédération et les cantons – indépendamment de l'évolution conjoncturelle – occupe une place importante en Suisse, et les montants alloués à la recherche augmentent continuellement. Pour ce qui est des activités de capital-risque, la Suisse se situe dans la moyenne. Ses efforts en la matière restent relativement modestes par rapport aux États-Unis.

Participation aux programmes-cadres de recherche de l'Union européenne

La Suisse a une longue tradition de participation à des programmes de recherche internationaux. Si le nombre de participations suisses à des projets au sein des programmes-cadres de recherche de l'Union européenne (PCR) est comparable à celui d'autres pays de petite taille, il n'a cessé de croître entre 1992 et 2013. Par rapport à la génération précédente de programmes (7e PCR), la participation de la Suisse au 8e PCR (Horizon 2020 ; 2014–2020) est toutefois en recul, mais la tendance se corrige depuis 2016. En comparaison avec les pays européens, le taux de succès des

propositions de projets avec participation suisse reste remarquable. Un bilan définitif ne pourra cependant être tiré qu'au terme du programme Horizon 2020.

Publications scientifiques

La Suisse tire remarquablement bien son épingle du jeu en matière de publications scientifiques. Malgré la concurrence accrue de certains pays émergents tels que la Chine ou la Corée, elle réussit à maintenir un volume de production honorable au vu de sa taille, de même qu'un impact élevé de ses publications scientifiques. La recherche suisse s'inscrit dans un maillage international serré, ses coopérations avec des institutions étrangères étant très fréquentes. Que ce soit en termes de production, d'impact ou de coopération, les domaines « sciences de la vie », « médecine clinique » et « physique, chimie, sciences de la Terre » occupent une place particulièrement préminente en Suisse.

Brevets

La Suisse figure en très bonne place en ce qui concerne les brevets. Le nombre de demandes de brevets par habitant y est particulièrement élevé. On relèvera également le fort ancrage international de la Suisse en matière de brevets, que ce soit au niveau des brevets déposés en coopération ou des brevets déposés par des entreprises étrangères. Cet état de fait témoigne de la forte attractivité du système suisse de recherche et d'innovation. Les points forts de la Suisse se situent dans les technologies de la santé et dans les biotechnologies. Dans d'autres domaines importants (technologies de l'information et de la communication, nanotechnologies, technologies de l'environnement), la Suisse figure cependant en queue de peloton.

Transfert de savoir et de technologie

En Suisse, la fonction de TST est assumée de façon efficace. Le lien étroit entre les hautes écoles et les entreprises est un facteur de succès pour la recherche et l'innovation suisses. Une marge de progression reste toutefois possible, l'intensité du TST étant nettement plus élevée dans les grandes entreprises que dans les petites et moyennes entreprises (PME). Le TST entre hautes écoles et petites entreprises mériterait en particulier d'être amélioré.

Activités d'innovation des entreprises

Les entreprises suisses se caractérisent par une très bonne performance globale sur le plan de l'innovation. Ces résultats positifs peuvent très vraisemblablement être attribués à la richesse et à la densité des écosystèmes locaux. Les activités d'innovation, en particulier dans les PME suisses, présentent cependant une tendance à la baisse.

Performance économique

La Suisse figure en bonne position en ce qui concerne la performance économique, que ce soit en termes de pourcentage d'entreprises des secteurs à forte intensité de savoir (industrie de haute technologie et services à forte intensité de savoir) ou en termes d'exportation de produits de haute et de moyenne-haute technologie.

Technologies de l'information et de la communication

Avec une progression significative depuis 2008, la Suisse se place dans le top 10 des exportateurs de services dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC). Elle compte parmi les pays à forte densité de spécialistes TIC et ses investissements en TIC sont parmi les plus élevés des pays comparés. La Suisse est cependant en retard en termes de brevets TIC, de dépenses de R-D des industries TIC ainsi qu'en ce qui concerne les publications scientifiques dans le domaine.

Comparaison avec des régions d'innovation

La comparaison avec des régions très orientées vers la recherche et l'innovation confirme la bonne position de la Suisse. Celle-ci ne se détache cependant pas aussi clairement que dans la comparaison avec les pays retenus. Ainsi, la part du PIB consacrée aux dépenses de R-D est nettement supérieure dans dix régions d'innovation. En matière de publications par chercheur, la Suisse se place derrière les régions d'innovation américaines et la Lombardie. Au niveau du nombre de brevets par habitant, elle se fait distancer par la région de Tokyo. En ce qui concerne la part de l'emploi consacrée aux branches à forte intensité de recherche et de savoir, enfin, la Suisse se situe dans la moyenne. Il convient toutefois de garder à l'esprit que toutes ces régions profitent de la taille du pays dont elles font partie. Elles peuvent ainsi puiser dans le vivier de talents et d'idées de l'ensemble du pays, alors que la Suisse doit compenser ce désavantage naturel par une attitude d'ouverture.

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

Le potentiel technologique, les capitaux et la taille des entreprises ne déterminent pas à elles seules la force d'innovation d'un pays. Les conditions-cadres sont tout aussi importantes: des infrastructures publiques de qualité, la présence d'une main d'œuvre hautement qualifiée, un système juridique efficace, une concurrence saine, des institutions financières qui fonctionnent, une culture du risque établie ainsi que la créativité sont autant de conditions essentielles au développement de l'innovation.

Ce chapitre compare les conditions-cadres dans différents pays à partir d'indicateurs particulièrement significatifs. Dans le cas des multinationales, par exemple, les conditions-cadres constituent un facteur décisif dans le choix du pays d'où mener leurs activités mobiles (siège social / direction, gestion des biens immobiliers, services financiers, etc.).

1.1 Qualité des infrastructures

L'ampleur et la qualité des infrastructures de transports, d'approvisionnement en électricité et de télécommunications sont une des conditions centrales du bon fonctionnement d'une économie. Une telle infrastructure constitue la base d'une activité économique efficace et un préalable à l'accès aux marchés internationaux.

Le graphique B 1.1 compare la qualité des infrastructures sur la base de la manière dont les leaders économiques évaluent la qualité des axes de transports, des réseaux de distribution d'électricité et des réseaux de télécommunication de leur pays. Les résultats ne dégagent que des différences minimales entre la plupart des pays comparés. La Suisse, les Pays-Bas et le Japon disposent des meilleures infrastructures, la Chine et l'Italie, nettement distancées, des moins bonnes.

1.2 Charge fiscale des entreprises

La charge fiscale influence le choix de l'endroit où les entreprises internationales s'implantent. Cet aspect est également important pour les entreprises indigènes, car il fournit des incitations à la création d'entreprises, délimite la marge de manœuvre de ces dernières et détermine les sommes disponibles pour les activités d'innovation. Il peut notamment s'avérer décisif pour les petites et moyennes entreprises (PME) qui sont généralement contraintes de financer leurs activités d'innovation sur leur flux de trésorerie.

Le graphique B 1.2 examine la charge fiscale moyenne des entreprises. Les entreprises paient des impôts particulièrement bas au Danemark, en Suisse et au Royaume-Uni, et particulièrement élevés en France et en Chine. Il faut cependant garder à l'esprit

que cette comparaison ne prend pas en considération certains pays réputés pour leur fiscalité attractive, comme Singapour, le Luxembourg ou l'Irlande.

1.3 Flexibilité du marché du travail

Un marché du travail flexible permet aux entreprises de couvrir le besoin en collaborateurs spécialisés qu'elles génèrent lorsqu'elles entendent innover ou mettre sur le marché un nouveau produit. La flexibilité du marché du travail favorise ainsi la flexibilité technologique des entreprises et accélère l'adoption de technologies améliorant l'efficacité.

Le graphique B 1.3 examine la flexibilité du marché du travail sur la base d'une enquête auprès d'entrepreneurs concernant les pratiques d'engagement et de licenciement et le rôle des salaires minimaux. Le Danemark et la Suisse sont les pays où le marché du travail est le plus flexible, suivis des États-Unis et du Royaume-Uni. C'est en Corée, en France, en Finlande et en Italie que le marché du travail est le plus réglementé.

1.4 Qualité de vie

La qualité de vie dans un pays s'avère être un facteur d'implantation important pour les entreprises. Dans les pays où la qualité de vie est élevée, il est par exemple plus aisé de recruter des professionnels bien formés et internationalement mobiles.

L'indice Mercer, l'un des indicateurs de qualité de vie les plus connus, classe les villes en fonction de différents critères tels que l'environnement politique, économique et social. Les domaines de la médecine et de la santé, des services publics et des transports, des loisirs ainsi que de la qualité de l'habitat et de l'environnement naturel sont également pris en considération (tableau B 1.4). En 2018, l'Autriche (Vienne) et la Suisse (avec Zurich en deuxième place, Genève en huitième place et Bâle en dixième place) sont les pays avec la meilleure qualité de vie. Viennent ensuite la Nouvelle-Zélande (Auckland), l'Allemagne (Munich, Düsseldorf, Francfort) et le Danemark (Copenhague).

1.5 Cadre légal de la fondation d'entreprises

Les dispositions légales relatives à la création d'entreprises indiquent combien un pays est favorable à l'entrepreneuriat et, par extension, à l'innovation.

Le graphique B 1.5 examine à quel point les dispositions légales sont favorables à la création d'entreprises sur la base de réponses fournies par des entrepreneurs de différents pays. La législation s'avère particulièrement favorable à la création d'entreprises dans

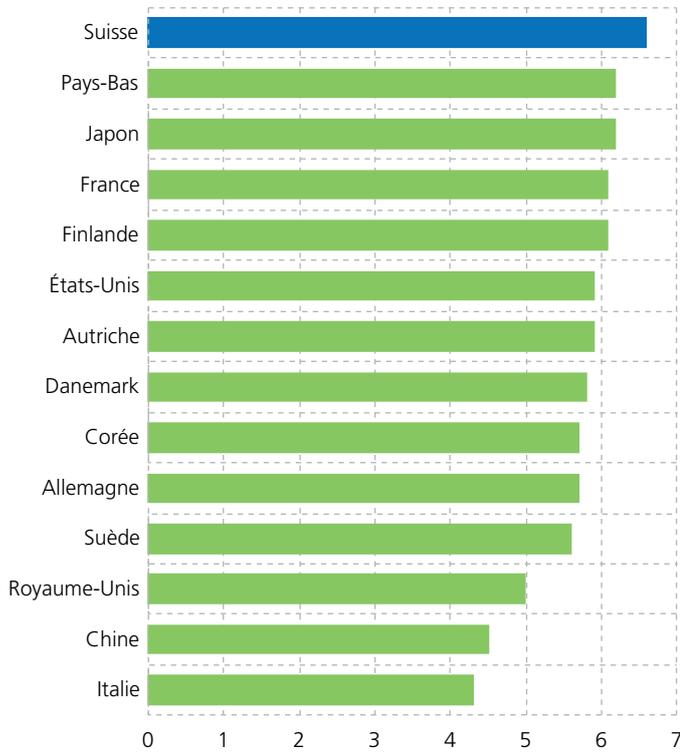
les pays nordiques et au Royaume-Uni. La Suisse arrive en cinquième position, juste avant les États-Unis.

1.6 Durée de la création d'une entreprise

Le temps nécessaire à la création d'une entreprise peut être une question vitale pour la valorisation de l'innovation. En effet, fonder une entreprise rapidement raccourcit le temps entre l'invention et la commercialisation d'un produit. Or, l'entreprise qui commercialise la première un nouveau produit sur un marché spécifique dispose d'un avantage concurrentiel. De plus, elle profitera plus longtemps de la durée, toujours limitée, d'un brevet.

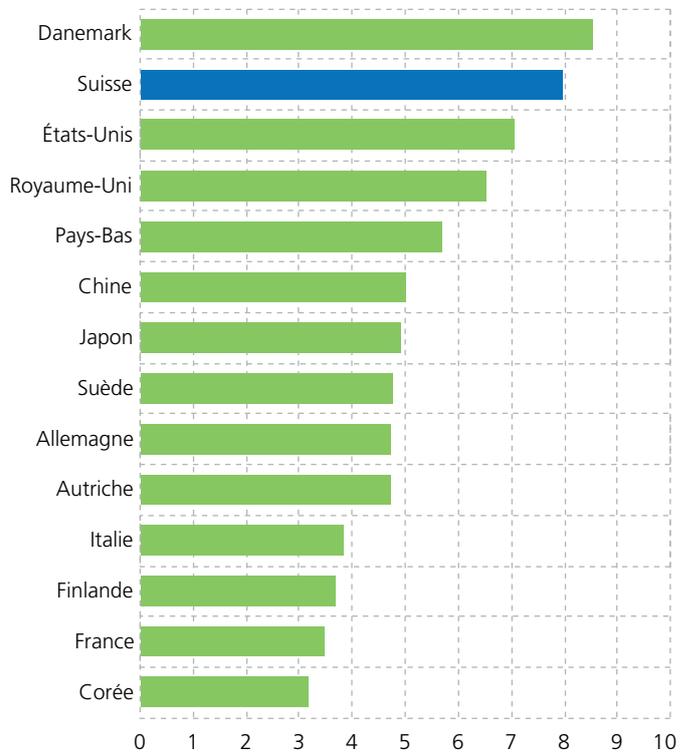
Le graphique B 1.6 montre le nombre de jours nécessaires à la création d'une entreprise. La comparaison repose sur une fondation simple dans la plus grande ville de chacun des pays considérés, sur la base de réponses fournies par des experts locaux. Alors qu'il faut moins d'une semaine pour fonder son entreprise au Danemark, en France, aux Pays-Bas, en Corée et au Royaume-Uni, il en faut environ deux en Suisse.

Graphique B 1.1 : Qualité des infrastructures, 2017–2018



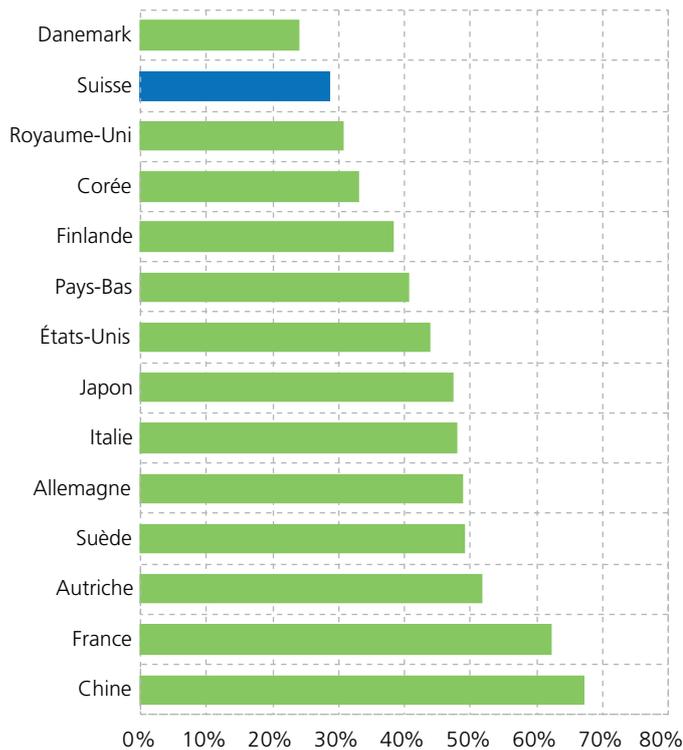
1 = fortement sous-développées – parmi les moins bonnes du monde,
7 = étendues et efficaces – parmi les meilleures du monde
Source : WEF

Graphique B 1.3 : Flexibilité du marché du travail, 2018



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

Graphique B 1.2 : Charge fiscale totale des entreprises 2017



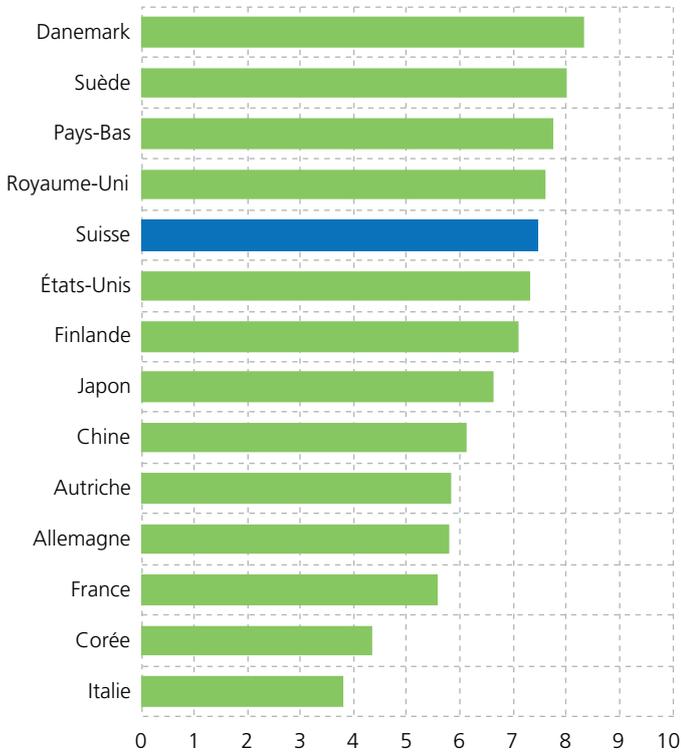
Source : Banque mondiale

Tableau B 1.4 : Qualité de vie selon le classement des villes (Top 10), 2018

Rang	Ville	Pays
1	Vienne	Autriche
2	Zurich	Suisse
3	Auckland	Nouvelle-Zélande
3	Munich	Allemagne
5	Vancouver	Canada
6	Düsseldorf	Allemagne
7	Francfort	Allemagne
8	Genève	Suisse
9	Copenhague	Danemark
10	Bâle	Suisse
10	Sydney	Australie

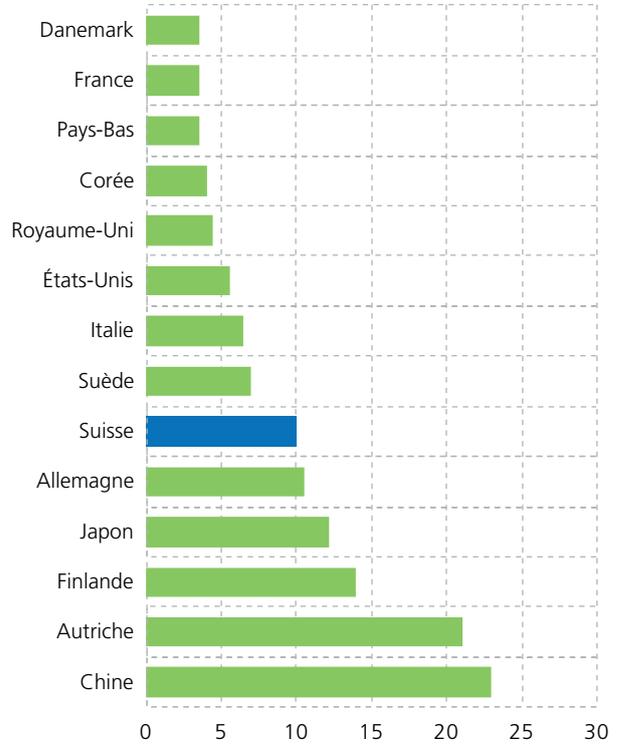
Source : Mercer

Graphique B 1.5 : Facilité de créer une entreprise, 2018



0 = dispositions légales très défavorables,
10 = dispositions légales très favorables
Source : IMD

Graphique B 1.6 : Durée de la création d'une entreprise en jours, 2017



Nombre de jours nécessaires pour l'accomplissement de la procédure
d'enregistrement d'une entreprise
Source : Banque mondiale

2 Éducation et qualifications

Un haut niveau de qualification de la population favorise la capacité d'innovation. En matière de formation, la plupart des pays mettent en avant l'enseignement supérieur, avec pour corollaire une volonté d'augmenter le taux de maturités. La Suisse a quant à elle opté pour une stratégie duale dans laquelle la formation professionnelle occupe une place de choix. On ne saurait trop insister sur l'importance de la formation professionnelle (de base et supérieure) pour la performance de la Suisse en matière d'innovation. En l'absence d'indicateurs fiables à ce propos, ce chapitre présente des indicateurs standards qui font essentiellement référence au degré tertiaire. Au vu des spécificités du système suisse de formation, il convient toutefois de les interpréter avec prudence.

2.1 Compétences des jeunes en mathématiques, science et lecture

La forte demande de travailleurs qualifiés a déclenché une course aux talents à l'échelle mondiale. Les lycéens très performants en mathématiques, science et lecture ont vocation à rejoindre et élargir le réservoir de talents en recherche et innovation d'un pays.

Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) évalue le niveau des élèves de 15 ans en mathématiques, sciences et lecture. Les élèves scolarisés en Suisse figurent dans le peloton de tête pour ce qui est des mathématiques, et dans la moyenne pour ce qui est des sciences et de la lecture (graphique B 2.1).

2.2 Population au bénéfice d'une formation de degré tertiaire

La population âgée de 25 à 34 ans ayant achevé une formation de degré tertiaire (hautes écoles et formation professionnelle supérieure) constitue un réservoir de ressources humaines hautement qualifiées, essentielles à la production et à la diffusion des connaissances dans une économie fondée sur le savoir. Toutefois, comme évoqué ci-dessus, il convient de garder à l'esprit que les comparaisons internationales sont difficiles du fait des grandes différences entre les systèmes d'éducation nationaux.

En Suisse, près de 50 % des 25 à 34 ans ont achevé une formation de degré tertiaire (graphique B 2.2). La Corée, le Japon et le Royaume-Uni sont les seuls pays qui enregistrent des taux plus élevés. L'Autriche, l'Allemagne, l'Italie et la Chine présentent tous des taux clairement inférieurs à la Suisse. Le tableau ne diffère pas fondamentalement si l'on considère l'ensemble de la population active (25 à 64 ans); la Finlande se distingue toutefois par une proportion de titulaires d'un diplôme de degré tertiaire plus basse parmi les 25 à 34 ans que parmi les 25 à 64 ans.

La part des diplômés du degré tertiaire a fortement augmenté en Suisse depuis l'an 2000, alors que la part des diplômés du degré secondaire supérieur a connu une baisse correspondante (graphique B 2.3). Outre l'attrait grandissant des études de degré tertiaire et le développement des hautes écoles spécialisées, l'immigration, particulièrement celle de citoyens de l'Union européenne (UE), joue probablement également un rôle dans ce phénomène.

2.3 Doctorats en science et technologie

Avec la spécialisation grandissante et la croissance rapide de la production scientifique, les chercheurs titulaires d'un diplôme de haut niveau sont devenus la pierre angulaire des systèmes scientifiques et technologiques dans le monde. Les titulaires de doctorats – en particulier en science et en technologie – sont généralement bien qualifiés pour générer des innovations basées sur la recherche.

En Suisse, 46 % des diplômés au niveau doctoral proviennent des sciences naturelles et de l'ingénieur (dont 31 % des sciences naturelles et 15 % de l'ingénierie) (graphique B 2.4). Dans la sélection de pays, la France et la Chine caracolent en tête avec respectivement 56 et 54 %. Le Royaume-Uni, l'Autriche, l'Italie et les Pays-Bas présentent des valeurs proches de celles de la Suisse.

Dans l'optique du thème de la numérisation, les chiffres concernant le domaine d'études « technologies de l'information et de la communication » sont particulièrement intéressants. Les pays en tête du classement de la proportion de titulaires d'un doctorat dans ce domaine sont la Finlande (7,6 %) et l'Italie (6,3 %). La Suisse, quant à elle, occupe le bas du classement (3,2 %), suivie des États-Unis (2,8 %) et de la Corée (1,1 %).

2.4 Étudiants en mobilité internationale⁴

Les entreprises et les hautes écoles rivalisent pour attirer les meilleurs talents, d'où qu'ils viennent. Les étudiants du degré tertiaire en mobilité internationale constituent un bassin de talents hautement formés qui s'avère extrêmement précieux pour une économie. C'est particulièrement le cas de la Suisse, à qui ils offrent la possibilité de relever sa proportion de diplômés du degré tertiaire.

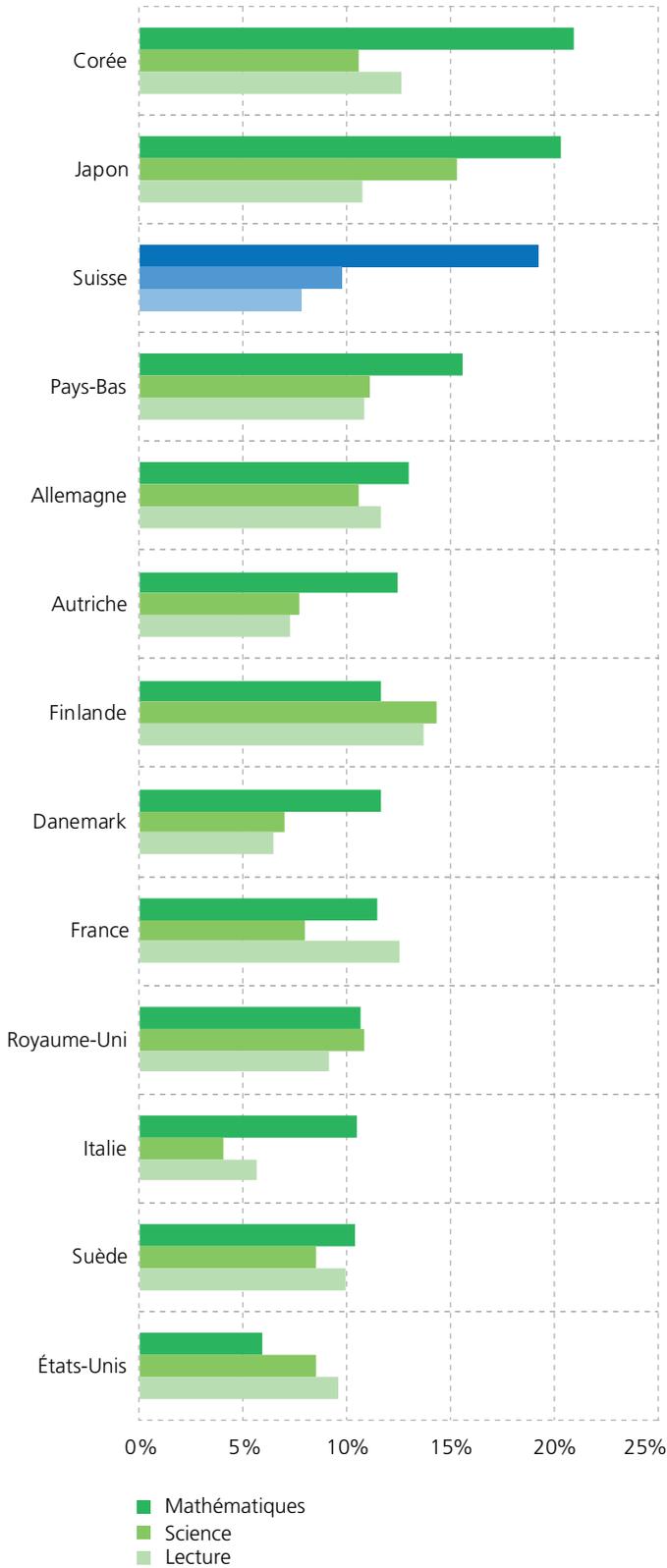
Avec 17 % d'étudiants en mobilité internationale au degré tertiaire, la Suisse occupe le deuxième rang, derrière le Royaume-Uni (graphique B 2.5). Elle est suivie par l'Autriche et les Pays-Bas. Les États-Unis (5 %) et le Japon (3 %) ferment la marche.

⁴ Les étudiants du degré tertiaire sont déclarés en mobilité internationale s'ils ont quitté leur pays d'origine pour se rendre dans un autre pays avec l'intention d'y suivre des études.

La proportion d'étudiants en mobilité internationale a fortement progressé dans presque tous les pays. En Suisse, elle est passée de 13 % en 2005 à 17 % en 2015.

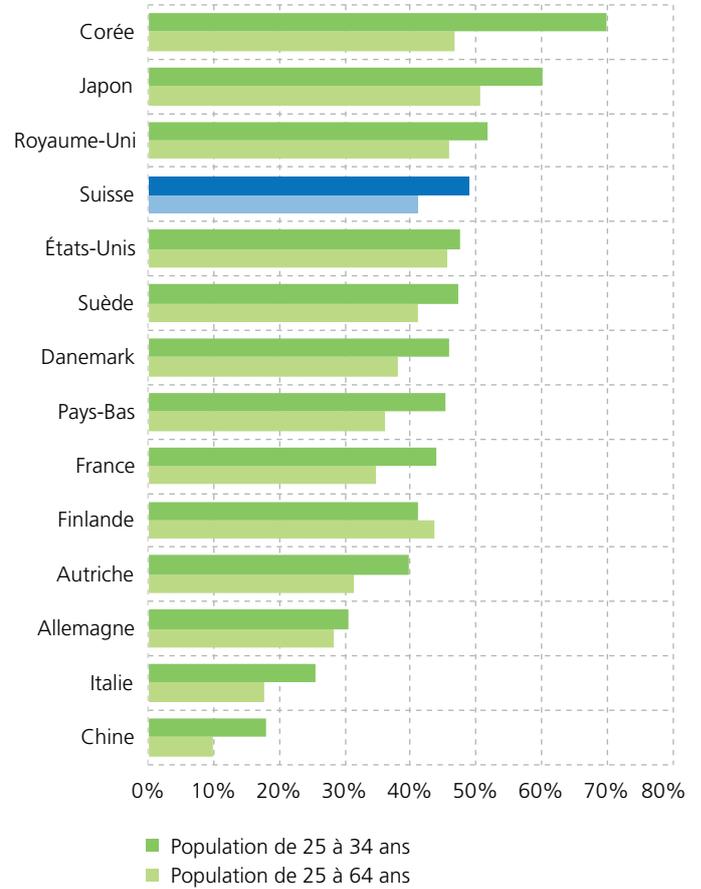
La Suisse figure également en tête de classement en ce qui concerne les doctorants en mobilité internationale, qui constituent plus de la moitié de l'ensemble des étudiants de ce niveau (graphique B 2.6). Viennent ensuite le Royaume-Uni et la France. Le Japon et l'Allemagne présentent les taux les plus bas.

Graphique B 2.1 : Part des jeunes très performants en mathématiques, science et lecture, 2015



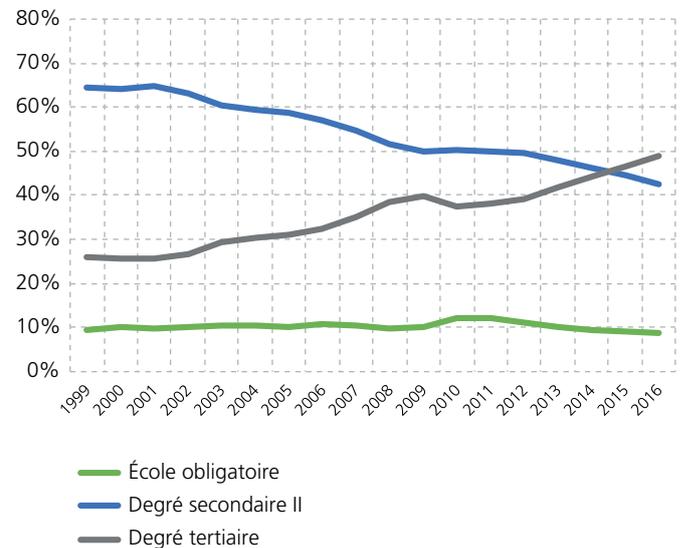
Jeunes de 15 ans qui obtiennent un score de 5 ou 6 dans l'évaluation PISA de la matière considérée
Données non disponibles : Chine
Source : OCDE

Graphique B 2.2 : Part de la population ayant achevé une formation de degré tertiaire, 2016



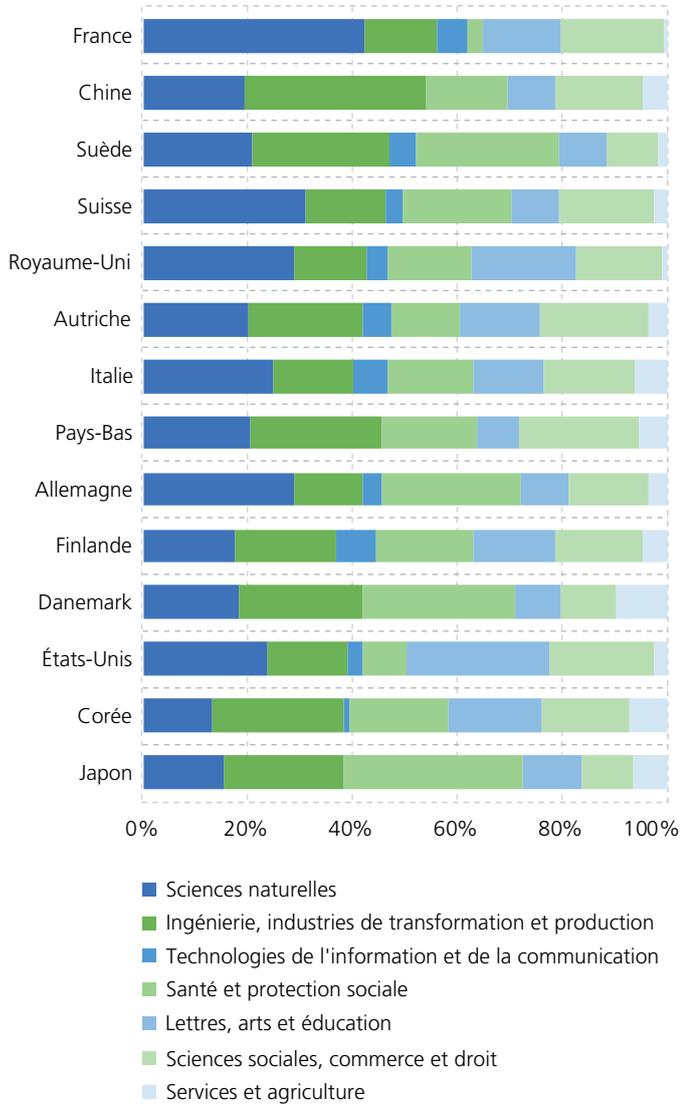
Exception à l'année de référence 2016 : Chine : 2010
Source : OCDE

Graphique B 2.3 : Formation achevée la plus élevée de la population âgée de 25 à 34 ans en Suisse



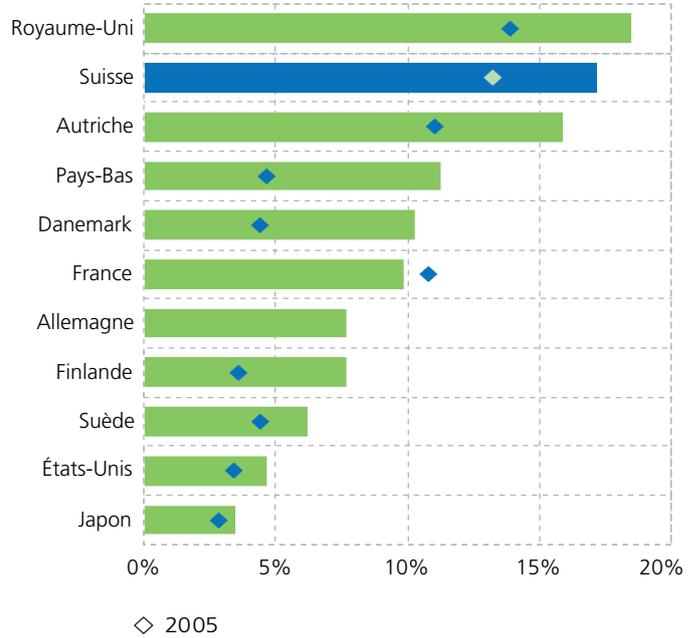
Source : OFS

Graphique B 2.4 : Diplômés au niveau doctoral selon le domaine d'étude, 2015



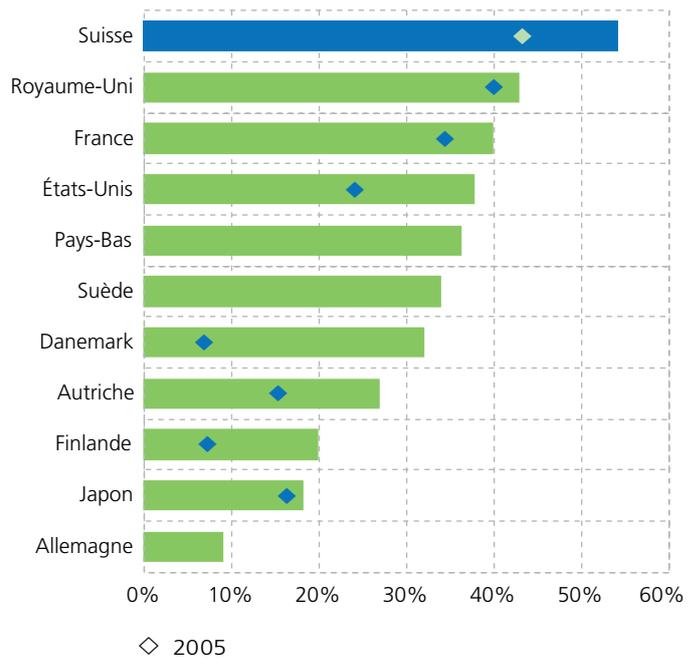
Données de « Technologie de l'information et de la communication » incluses dans les autres domaines : Danemark, Japon, Pays-Bas, Chine
 Exceptions à l'année de référence 2015 : Chine, Pays-Bas : 2012
 Source : OCDE

Graphique B 2.5 : Part des étudiants en mobilité internationale dans l'ensemble des étudiants du degré tertiaire, 2015



Données non disponibles : Italie, Corée, Chine
 Données 2005 non disponibles : Allemagne
 Source : OCDE

Graphique B 2.6 : Part des doctorants en mobilité internationale dans l'ensemble des doctorants, 2015



Données non disponibles : Italie, Corée, Chine
 Données 2005 non disponibles : Allemagne, Pays-Bas, Suède
 Source : OCDE

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

Les ressources humaines sont le moteur des activités de recherche et d'innovation. Du personnel bien formé et en nombre suffisant constitue la base d'une recherche de qualité et de la transformation du savoir en produits et services.

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 et technologiques. Plus spécifiquement, il s'agit des professions intellectuelles et scientifiques (groupe 2 de la Classification internationale type des professions) et des professions intermédiaires (groupe 3).

En Suisse, 42 % de la population active occupée travaille dans le domaine de la science et de la technologie (graphique B 3.1). La Suisse occupe ce faisant le deuxième rang du classement des pays de référence, juste derrière la Suède (43 %). Le Danemark (40 %), la Finlande et les Pays-Bas (tous deux 39 %) suivent de près, alors que l'Italie ferme la marche avec moins de 30 % de sa population active en science et technologie.

Par rapport à l'an 2000, les croissances les plus marquées s'observent au Royaume-Uni et en Autriche. En Suisse, la part de la population active en science et technologie a crû de manière modérée mais continue, probablement en raison de l'augmentation du nombre de diplômés des hautes écoles spécialisées (voir Rapport R&I 2016, Partie C, étude 4).

3.2 Personnel de recherche et développement

Par personnel de recherche et développement (R-D), on entend les chercheurs (spécialistes travaillant à la conception et à la création de connaissances, de produits, de procédés, de méthodes et de systèmes nouveaux et à la gestion des projets concernés), les techniciens (exécutants des tâches scientifiques et techniques) ainsi que le personnel de soutien.

La part du personnel de R-D dans l'emploi total, mesurée en équivalents plein temps, se situe autour de 2 % au Danemark, en Finlande et en Suède (graphique B 3.2). Avec une part de 1,6 %, la Suisse est dans la moyenne aux côtés de la Corée et de l'Autriche (1,7 %), de la France (1,6 %) ainsi que de l'Allemagne et des Pays-Bas (1,5 %). Si l'on se concentre uniquement sur les chercheurs, la Suisse figure par contre en queue de peloton avec une part de chercheurs dans l'emploi total de 0,9 %. Seules l'Italie et la Chine présentent des parts plus basses, alors que le Danemark, la Finlande et la Suède caracolent en tête avec quelque 1,5 % de chercheurs dans l'emploi total. Le mauvais classement de la Suisse est en grande partie dû au fait que la part des chercheurs

est particulièrement basse dans le secteur des entreprises privées (OFS, 2017).

En Suisse, l'augmentation de la part du personnel de R-D dans l'emploi total depuis 2000 est en grande partie due à l'augmentation du personnel de R-D de nationalité étrangère. Cette progression se situe dans la moyenne des pays de référence. La Corée, le Danemark et l'Autriche affichent des taux de croissance nettement plus élevés.

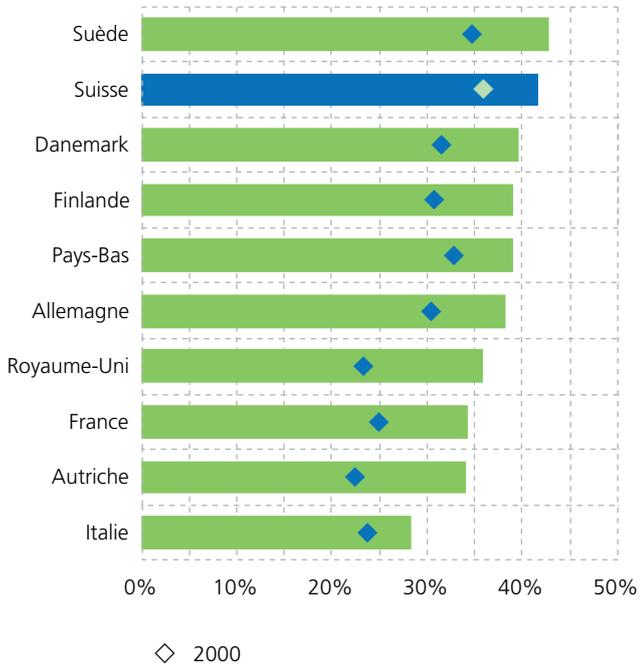
3.3 Représentation des femmes parmi les chercheurs

Majoritaires parmi les étudiants depuis quelques années, les femmes constituent un potentiel encore largement sous-utilisé dans le domaine de la recherche et de l'innovation. Visible dans de nombreux pays, cet enjeu est particulièrement crucial pour la Suisse au vu de la pénurie de personnel qualifié qu'elle connaît.

En 2015, la part des femmes dans les équipes de recherche est de 34 % en Suisse (graphique B 3.3). En comparaison internationale, cette dernière se place dans la moyenne supérieure, derrière le Royaume-Uni, l'Italie et la Suède, mais devant le Danemark, la Finlande, l'Autriche, l'Allemagne et la France.

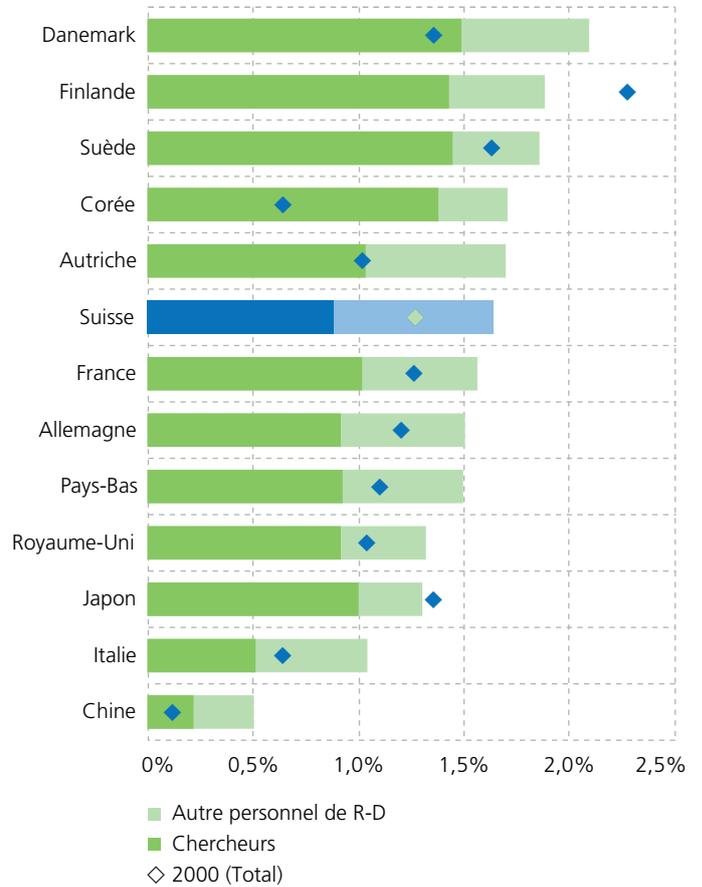
La Suisse est le pays où la part des femmes dans l'ensemble des chercheurs a augmenté le plus fortement depuis 2000. A contrario, le taux de chercheuses est en recul en Suède et en France.

Graphique B 3.1 : Part de la population active en science et technologie, 2016



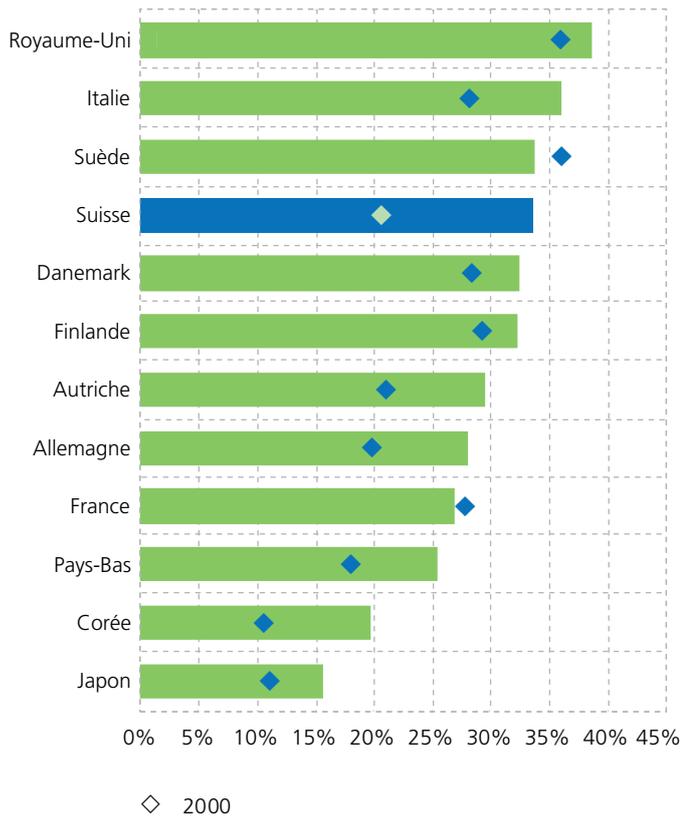
Population de 15 à 74 ans
Données non disponibles : Japon, Corée, États-Unis, Chine
Source : Eurostat

Graphique B 3.2 : Part du personnel de R-D dans l'emploi total, 2016



Exceptions à l'année de référence 2016 : France, Suisse : 2015
Exceptions à l'année de référence 2000 : Suède : 2001; Autriche : 2002
Données non disponibles : États-Unis
Source : OCDE

Graphique B 3.3 : Part des femmes dans l'ensemble des chercheurs, 2015



Données non disponibles : États-Unis, Chine
Source : OCDE

4 Dépenses dans le domaine de la recherche et de l'innovation⁵

Les statistiques officielles portant uniquement sur les dépenses de recherche et développement (R-D) et non sur celles de recherche et d'innovation, les éléments qui suivent font exclusivement référence à la R-D. Les dépenses de R-D permettent de quantifier l'effort d'innovation des pays. Des dépenses de R-D élevées ne garantissent ni la haute qualité de la recherche ni le succès des innovations, mais elles constituent un préalable favorable en ce qu'elles permettent d'acquérir du savoir et de développer de nouveaux produits et procédés.

4.1 Dépenses de R-D en pourcentage du PIB

L'intensité de R-D (dépenses de R-D rapportées au PIB) indique le poids relatif qu'un pays accorde à l'investissement dans la création de savoir.

En 2015, la Suisse a consacré 3,4 % de son PIB à la R-D, tous secteurs confondus (graphique B 4.1). Elle se situe ainsi en deuxième position des pays de référence, après la Corée. Des pays industriels de premier plan tels que les États-Unis ou la France investissent proportionnellement moins que la Suisse.

On constate une évolution positive de l'effort de R-D de la Suisse entre 2000 et 2015. L'intensité de la R-D y a augmenté plus fortement que dans la plupart des pays de référence. Seules la Corée, l'Autriche et la Chine présentent une croissance plus marquée.

4.2 Dépenses de R-D selon le secteur

La composition sectorielle de la R-D réalisée dans un pays est révélatrice des forces et des faiblesses de son système d'innovation : des dépenses élevées du secteur privé démontrent la forte implication de l'économie dans l'utilisation des nouveaux savoirs.

Dans la plupart des économies développées, le secteur privé réalise de loin la majeure partie des dépenses de R-D. Avec une part de 71 % pour le secteur privé, la Suisse arrive en sixième position derrière le Japon, la Corée, la Chine, l'Autriche et les États-Unis (graphique B 4.2). Les hautes écoles suisses (universités, écoles polytechniques fédérales et hautes écoles spécialisées) sont également bien placées puisque la Suisse fait partie des pays où leur part au total des dépenses de R-D est supérieure à 25 %. Seuls le Danemark, les Pays-Bas et la Suède présentent des taux plus élevés pour le secteur des hautes écoles. En revanche, avec moins de 1 %, la Suisse est le pays où l'effort de R-D de l'État est le plus faible. À contrario, la part de l'État dépasse les 15 % en Chine et se situe autour de 13 % en Allemagne, en Italie et en France.

⁵ Ce chapitre porte sur les dépenses engagées pour l'exécution de la R-D.

4.3 Dépenses de R-D des entreprises suisses

La majeure partie de la R-D suisse (86 %) est exécutée au sein des grandes entreprises (graphique B 4.3)⁶ ce qui n'est pas surprenant au vu des coûts élevés de certaines infrastructures de recherche. Les dépenses de R-D des grandes entreprises sont en croissance continue depuis 2000. Les dépenses de R-D des PME ont quant à elles stagné durant la dernière période d'observation, après avoir progressé entre 2008 et 2012.

La répartition des dépenses intra-muros de R-D⁷ selon la branche bénéficiaire montre que c'est la pharmacie qui est la plus grande utilisatrice des résultats issus des activités de R-D réalisées en Suisse (7,9 milliards de francs en 2015, soit 51 % des dépenses de R-D), loin devant les branches des machines (12 %), des instruments de haute technologie (11 %) et de l'alimentation (5 %) (tableau B 4.4).

4.4 Investissements dans le savoir

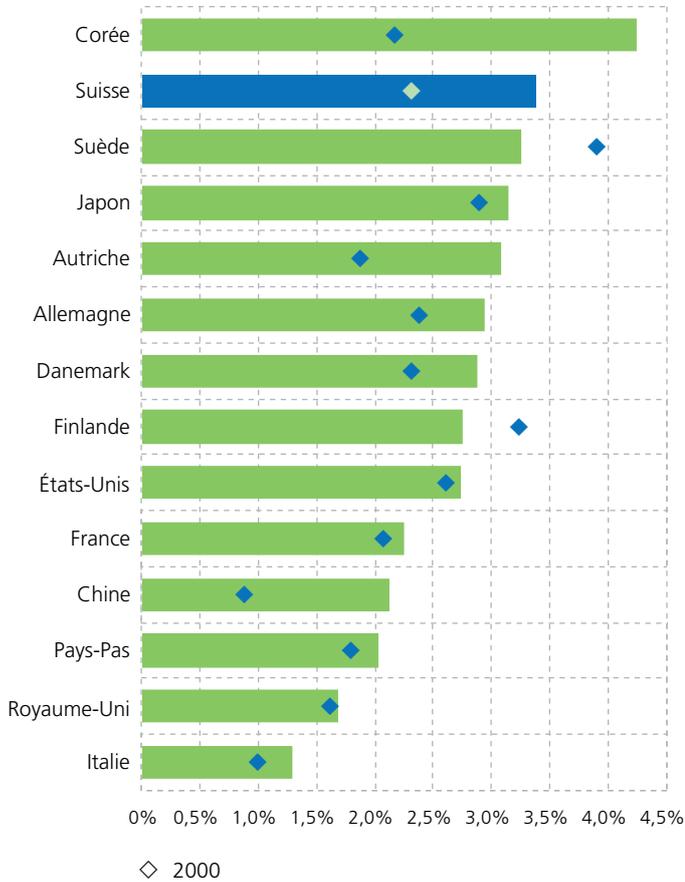
Afin de mesurer la pénétration du savoir dans une économie, l'OCDE a développé un indicateur qui cumule les dépenses de R-D, les dépenses pour les logiciels et les dépenses pour la formation tertiaire.

En Suisse, les investissements dans le savoir représentent 8,2 % du PIB en 2015 (graphique B 4.5). La Suisse se situe ainsi dans la moyenne supérieure mais derrière la Corée, les États-Unis et la Suède. Les investissements en biens d'équipements traditionnels (machines, véhicules, équipement de bureau, etc.) fournissent un point de comparaison intéressant. En Suisse, ces derniers se montent à 7,8 % du PIB, et sont par conséquent inférieurs aux investissements dans le savoir. Lors du dernier relevé en 2011, les investissements en biens d'équipements en Suisse étaient encore 1,4 fois plus élevés que les investissements dans le savoir. De manière générale, on observe cependant une évolution positive des investissements dans le savoir depuis 2011 dans la plupart des pays de référence.

⁶ Les valeurs de l'OFS représentées dans le graphique sont différentes de celles de l'enquête sur l'innovation réalisée par le KOF. Ceci est notamment dû au fait que la structure des échantillons n'est pas la même : le panel de l'OFS inclut les entreprises de 10 collaborateurs et plus, le panel du KOF celles de 5 collaborateurs et plus.

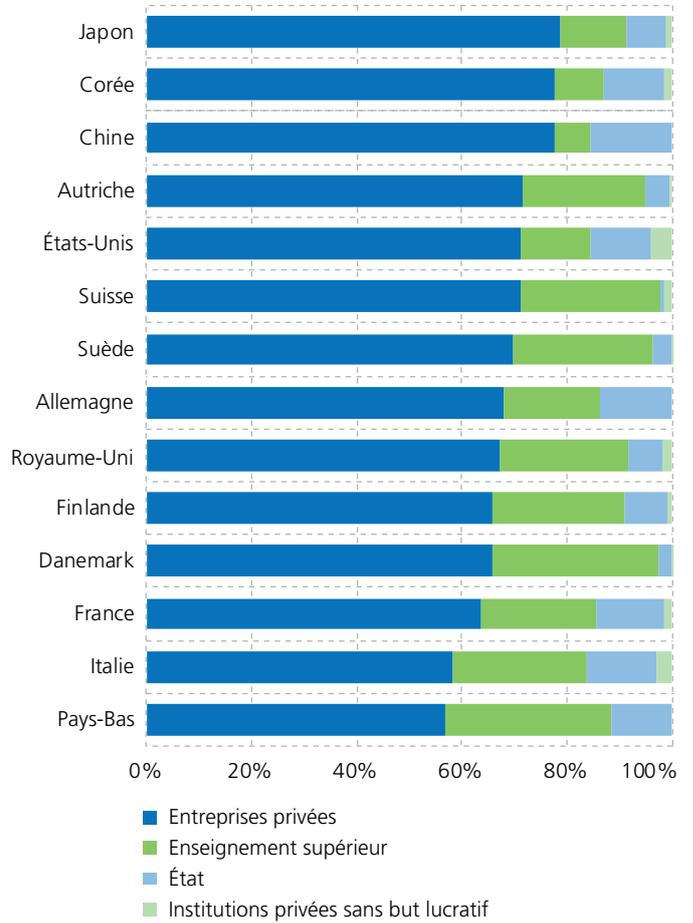
⁷ Les dépenses intra-muros de R-D englobent toutes les dépenses en faveur d'activités de R-D qu'un acteur effectue dans ses propres locaux, c'est-à-dire « dans ses murs ».

Graphique B 4.1 : Dépenses de R-D en pourcentage du PIB, 2016



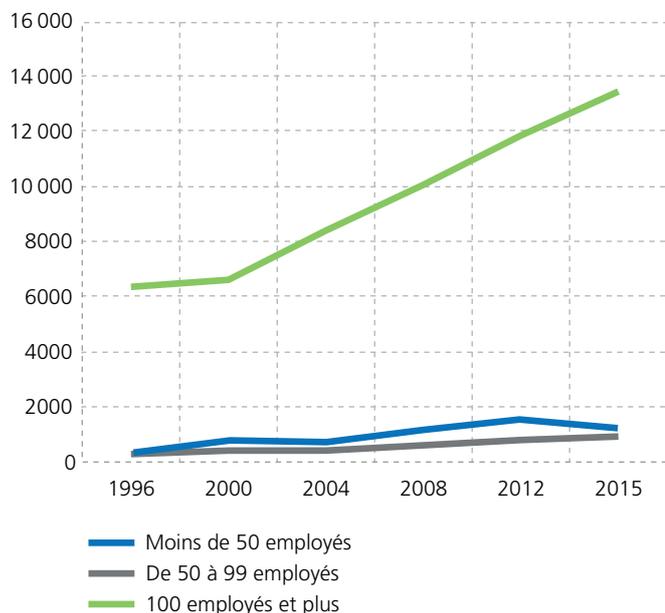
Exception à l'année de référence 2016 : Suisse : 2015
 Exceptions à l'année de référence 2000 : Danemark, Suède : 2001
 Source : OCDE

Graphique B 4.2 : Dépenses de R-D selon le secteur d'exécution, 2016



Exception à l'année de référence 2016 : Suisse : 2015
 Pays-Bas : les dépenses des institutions privées sans but lucratif (ISBL) sont comprises dans le secteur public (État)
 États-Unis : les coûts de capital ne sont pas compris dans les dépenses de R-D des entreprises privées, de l'enseignement supérieur et des ISBL. Le secteur de l'État comprend uniquement l'administration fédérale ou centrale
 Source : OCDE

Graphique B 4.3 : Dépenses de R-D des entreprises suisses selon la taille, en millions de francs suisses à prix courants



Source : OFS

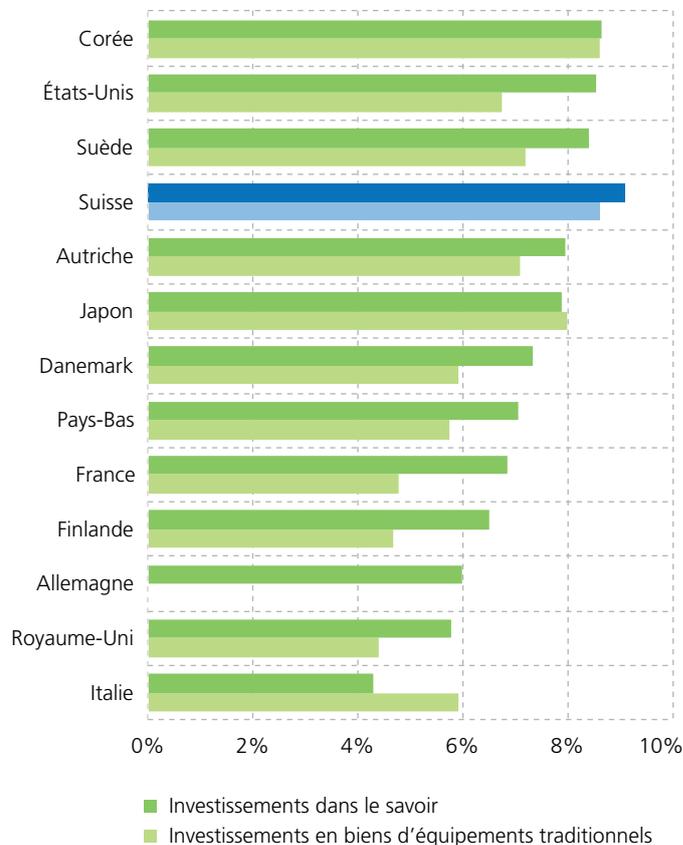
Graphique B 4.4 : Dépenses intra-muros de R-D des entreprises suisses selon la branche bénéficiaire, en millions de francs suisses à prix courants 2015

	Dépenses intra-muros de R-D en mio CHF	Parts relatives
Alimentation	718	5 %
Chimie	625	4 %
Pharmacie	7943	51 %
Métallurgie	275	2 %
Machines	1863	12 %
Instruments haute technologie	1650	11 %
TIC- fabrication	456	3 %
TIC- services	607	4 %
Autres	1524	10 %

TIC : technologies de l'information et de la communication

Source : OFS

Graphique B 4.5 : Investissements dans le savoir et investissements en biens d'équipements traditionnels en pourcentage du PIB, 2015



Données non disponibles : Chine

Données non disponibles pour les investissements en biens d'équipements traditionnels : Allemagne

Source : OCDE, calculs KOF

5 Financement de la recherche et de l'innovation

Qui finance la recherche et l'innovation? L'examen de cette question donne une vision complémentaire à celle des dépenses (voir chapitre 4), en s'intéressant à l'origine des fonds permettant de réaliser les activités de R-D (financement de la R-D par secteur), en montrant l'implication de l'État dans le soutien de la R-D (crédits budgétaires publics de R-D) et celle des investisseurs dans le soutien des jeunes pousses (capital-risque).

5.1 Financement de la R-D par secteur

Le secteur privé est la source principale du financement de la R-D dans tous les pays considérés (graphique B 5.1), ce qui n'est pas surprenant au vu du rôle prépondérant des entreprises privées dans les dépenses pour l'exécution de la R-D (voir chapitre 4). En Suisse, la part du secteur privé dans le financement de la R-D atteint 64 %. Le Japon, la Chine et la Corée occupent la tête du classement avec des valeurs qui dépassent 75 %.

Dans tous les pays examinés, la part du secteur privé au financement de la R-D est inférieure à sa part à l'exécution de la R-D. Plus cet écart est grand, plus le soutien de l'État et/ou les investissements étrangers jouent un rôle important dans la R-D des entreprises. L'Autriche et le Royaume-Uni présentent les écarts les plus marqués, avec 18 points de pourcentage. En Suisse, l'écart se monte à 8 points de pourcentage (71 % contre 63 %), une valeur moyenne par rapport aux pays de référence. Le Japon, la Chine, la Corée et l'Allemagne présentent les écarts les plus bas.

Avec des parts supérieures à 10 %, le financement de la R-D par des sources étrangères joue un rôle particulièrement important au Royaume-Uni, en Autriche, aux Pays-Bas, en Finlande et en Suisse. Le financement par l'étranger est par contre quasiment inexistant dans les pays asiatiques retenus dans la sélection de pays.

5.2 Crédits budgétaires publics de R-D

Les crédits budgétaires publics de R-D (CBPRD) permettent d'apprécier l'implication d'un État dans le soutien des activités de R-D de son pays. Ils sont exprimés en pourcentage du PIB afin de tenir compte des différences de taille des économies des pays considérés.

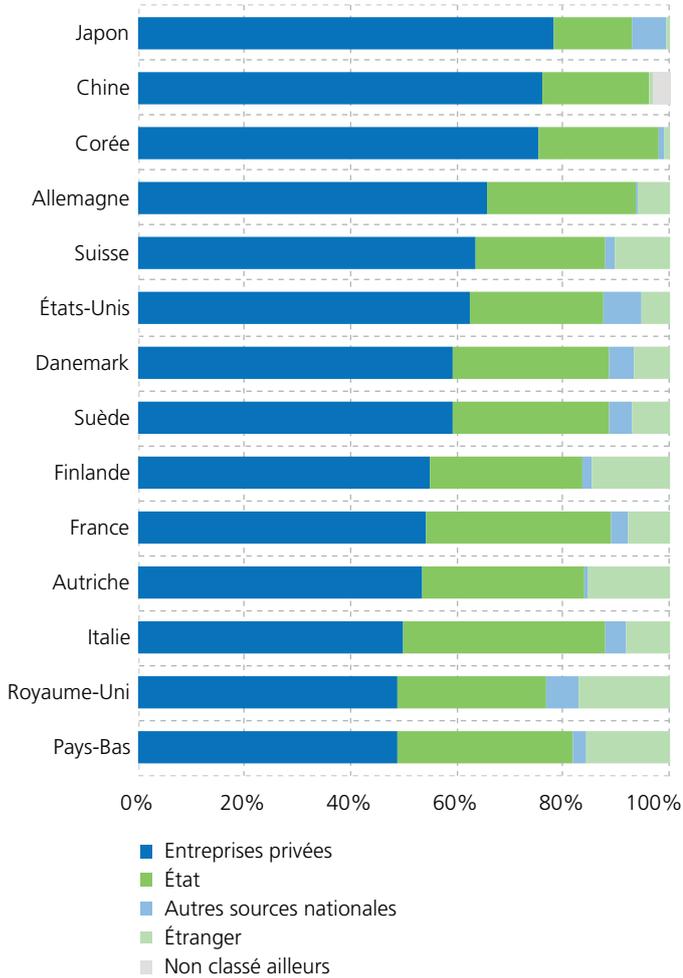
La Corée est en tête du classement, avec un financement public de la R-D équivalant à 1,2 % de son PIB en 2016 (graphique B 5.2). Avec 0,9 % de son PIB consacré au financement public de la R-D en 2016, la Suisse se trouve dans la moyenne supérieure, en compagnie du Danemark, de l'Allemagne et de la Finlande.

5.3 Capital-risque

Financer les activités d'innovation s'avère très difficile, notamment dans les stades précoces du développement. Les jeunes entreprises ont souvent besoin de partenaires financiers aux reins solides car elles ne peuvent généralement pas fournir elles-mêmes les fonds nécessaires. Les investisseurs en capital-risque (venture capitalists) apportent du capital, ainsi que leur réseau et leur expérience, à la création et aux premières phases de développement d'entreprises innovantes ou de technologies à fort potentiel de développement. La disponibilité de capital-risque représente donc une caractéristique essentielle d'une économie dynamique et tournée vers l'innovation.

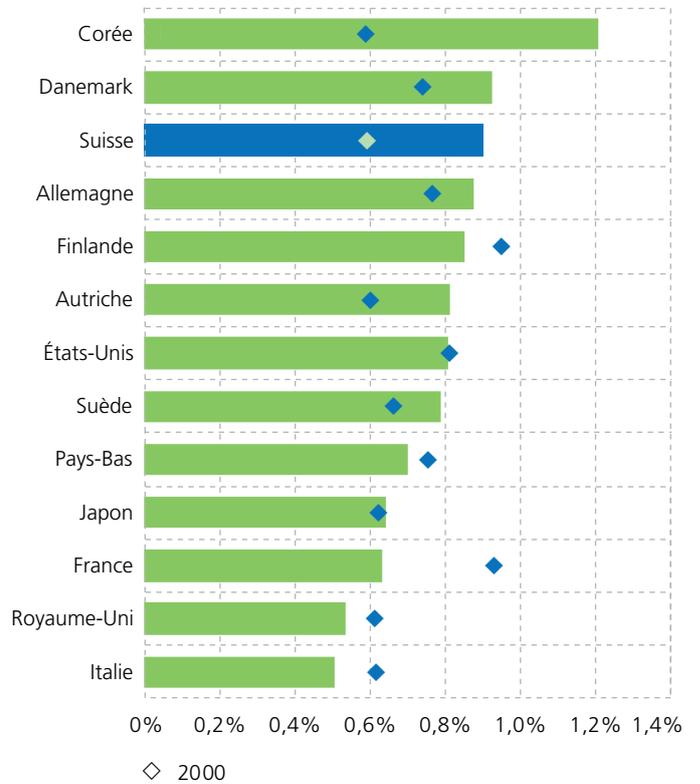
En 2016, les États-Unis présentent de loin les plus hauts investissements en capital-risque en pourcentage du PIB, alors que la Suisse navigue dans la première moitié du classement (graphique B 5.3). L'offre de capital-risque étant très conjoncturelle pour ce qui est des volumes et des stades d'investissement, ces résultats doivent cependant être considérés avec prudence. Dans l'environnement financier actuel, les fonds de capital-risque sont plus enclins à investir à des stades tardifs, d'où des carences aux stades du préamorçage et de l'amorçage, caractérisés par des risques plus élevés. L'Italie, le Japon, le Danemark et la Suisse sont les pays dans lesquels le capital-risque a été avant tout injecté au stade du démarrage en 2016. En Suisse, plus des trois quarts du capital-risque ont été investis en phase précoce.

Graphique B 5.1 : Financement de la R-D selon le secteur d'activité, 2015



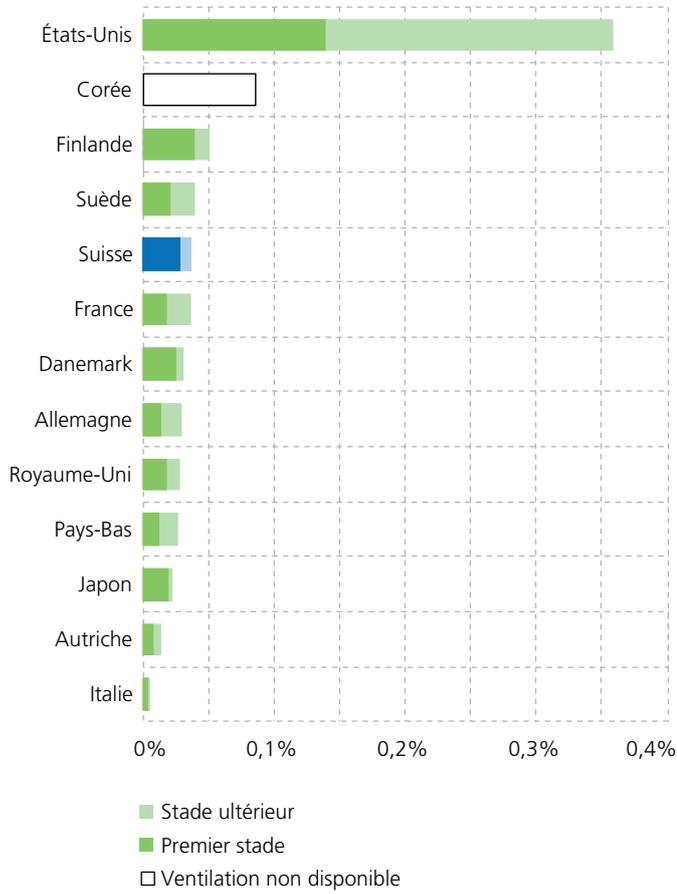
Exceptions à l'année de référence 2015 : Autriche, Allemagne, Japon, Corée, États-Unis, Chine : 2016
Source : OCDE

Graphique B 5.2 : Crédits budgétaires publics de R-D en pourcentage du PIB, 2016



Exceptions à l'année de référence 2016 : Italie, Corée, Suède, Suisse, Royaume-Uni : 2015
Données non disponibles : Chine
Source : OCDE

Graphique B 5.3: Investissements de capital-risque en pourcentage du PIB selon le stade, 2016



Exception à l'année de référence 2016 : Japon : 2014
 Données non disponibles : Chine
 Source : OCDE

6 Participation aux programmes-cadres de recherche de l'UE

La participation à des organisations et programmes de recherche internationaux représente un facteur essentiel du progrès scientifique. Elle permet aux institutions et aux chercheurs de collaborer avec des partenaires étrangers, d'échanger du savoir, de mettre en commun des infrastructures et de se positionner dans les réseaux internationaux de recherche et d'innovation.

Initiés dans les années 80, les programmes-cadres de recherche (PCR) sont les principaux instruments de l'UE pour la mise en œuvre de sa politique communautaire dans les domaines des sciences et des technologies. Les PCR représentent la deuxième source de fonds tiers publics pour les institutions suisses, après le Fonds national suisse (FNS). Les données disponibles portent sur le 8e PCR, 2014–2020 (Horizon 2020), et reflètent la situation entre le 1er janvier 2014 et le 6 mars 2018 (date de référence du relevé des données).

Pour des raisons politiques liées à l'acceptation de l'initiative « Contre l'immigration de masse » et au renoncement à la signature du protocole sur la Croatie au début de 2014, la Suisse n'a été associée au programme qu'à partir du 15 septembre 2014 et ce uniquement de manière partielle. Depuis début 2017, les participants suisses sont considérés comme des partenaires associés dans tous les volets des programmes et sont éligibles pour recevoir un financement de l'UE.

6.1 Participations aux PCR

Les 1942 participations suisses à Horizon 2020 représentent 2,4 % du nombre total de participations (graphique B 6.1). Cette proportion place la Suisse au huitième rang des pays de référence. La Suisse se positionne ainsi derrière les grands pays européens (Allemagne, Royaume-Uni, France, Italie), mais devant le Danemark et la Finlande. En pourcentage, la part des participations de la Suisse a reculé par rapport au 7e PCR. Cette évolution négative résulte de l'association partielle de la Suisse aux PCR (2014–2016).

Entre 1992 et 2013, le nombre de participations suisses à des projets de recherche européens a globalement été en augmentation (graphique B 6.2). Cette progression a été parallèle à l'accroissement des budgets des PCR, qui s'est également traduit par la multiplication des projets financés, et ainsi des possibilités de participation. Par rapport à la génération précédente de programmes (7e PCR), la participation de la Suisse au 8e PCR (Horizon 2020 ; 2014–2020) est toutefois en recul, mais la tendance se corrige depuis 2016. Le nombre de participations pour les années 2017 à 2019 va probablement augmenter puisque les données réfèrent à l'état au 6 mars 2018.

6.2 Subsidés alloués dans le cadre des PCR

Dans le cadre d'Horizon 2020, les institutions suisses de recherche et d'innovation ont capté jusqu'à présent des financements européens à hauteur de 1 141 millions de francs, soit 3,5 % du total européen (graphique B 6.3), une valeur qui place la Suisse en sixième position des pays de référence et dépasse confortablement la proportion de participations évoquée au paragraphe précédent. La différence entre la proportion de participations et la proportion de subventions attribuées est notamment due au fait que les chercheurs établis en Suisse ont un succès considérable dans l'obtention de bourses du Conseil européen de la recherche (bourses ERC), particulièrement bien dotées (voir point 6.4).

En Suisse, les montants alloués aux chercheurs dans le cadre des PCR ont connu une évolution spectaculaire (graphique B 6.4) : entre 1992 et 2013, ces crédits ont été multipliés par neuf, pour passer d'environ 40 millions de francs en moyenne annuelle pour le 3e PCR à un peu plus de 350 millions pour le 7e PCR. Sur la base des données disponibles pour Horizon 2020, on peut partir du principe que cette tendance va se poursuivre.

6.3 Taux de succès des propositions de projet

Dans le cadre d'Horizon 2020, le taux de succès des propositions émanant de chercheurs actifs en Suisse se monte jusqu'à présent à 15,9 %, ce qui positionne cette dernière au deuxième rang des pays de référence, derrière la France (graphique B 6.5). Ce bon résultat indique que la qualité des propositions suisses est globalement supérieure à la moyenne.

6.4 Bourses ERC

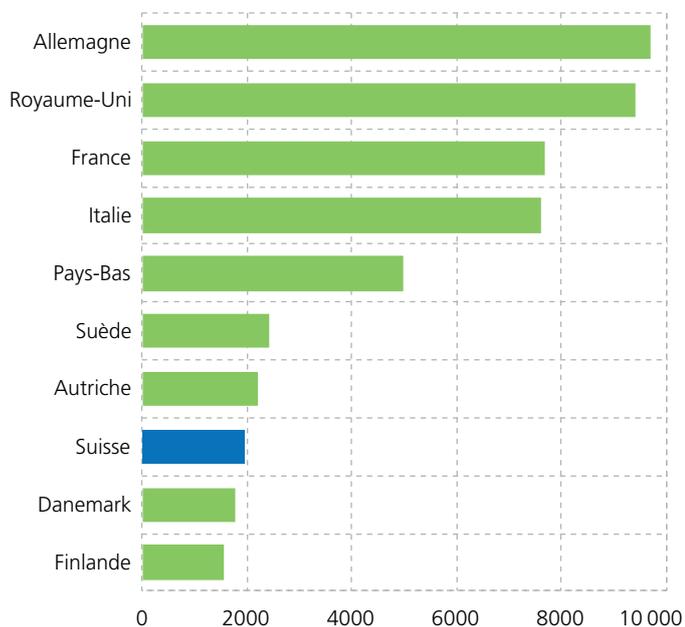
Dans le cadre des PCR toujours, le Conseil européen de la recherche (European Research Council, ERC) accorde sur concours des bourses à des projets de recherche prometteurs. Trois principaux types de bourses individuelles sont proposés : a) les Starting Grants (pour jeunes chercheurs possédant une expérience de deux à sept ans après le doctorat et dont le travail est très prometteur), b) les Consolidator Grants (pour scientifiques entamant une carrière indépendante) et c) les Advanced Grants (pour chercheurs chevronnés).

La Suisse se caractérise par une forte présence dans les trois types de bourses. Dans le cadre d'Horizon 2020, les chercheurs actifs en Suisse ont obtenu jusqu'à présent 78 Starting Grants (5,1 % de l'ensemble des Starting Grants attribués dans la période sous revue), 66 Consolidator Grants (5,0 %) et 91 Advanced Grants (9,4 %) (graphique B 6.6). Seuls des pays de relativement grande taille dépassent ces scores.

En raison de l'exclusion de la Suisse du programme Horizon 2020 entre février et septembre 2014, le FNS a mis en place une mesure transitoire (Temporary Backup Schemes) permettant aux chercheurs d'excellence travaillant dans une institution suisse de demander des subsides comparables aux bourses ERC. Sur les 145 requêtes déposées, 27 projets ont été sélectionnés pour un financement (12 en sciences physiques et de l'ingénieur, 10 en sciences de la vie et 5 en sciences humaines et sociales).⁸

⁸ SEFRI (2018) : La participation de la Suisse aux programmes-cadres européens de recherche. Chiffres et faits 2018. Berne : Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation.

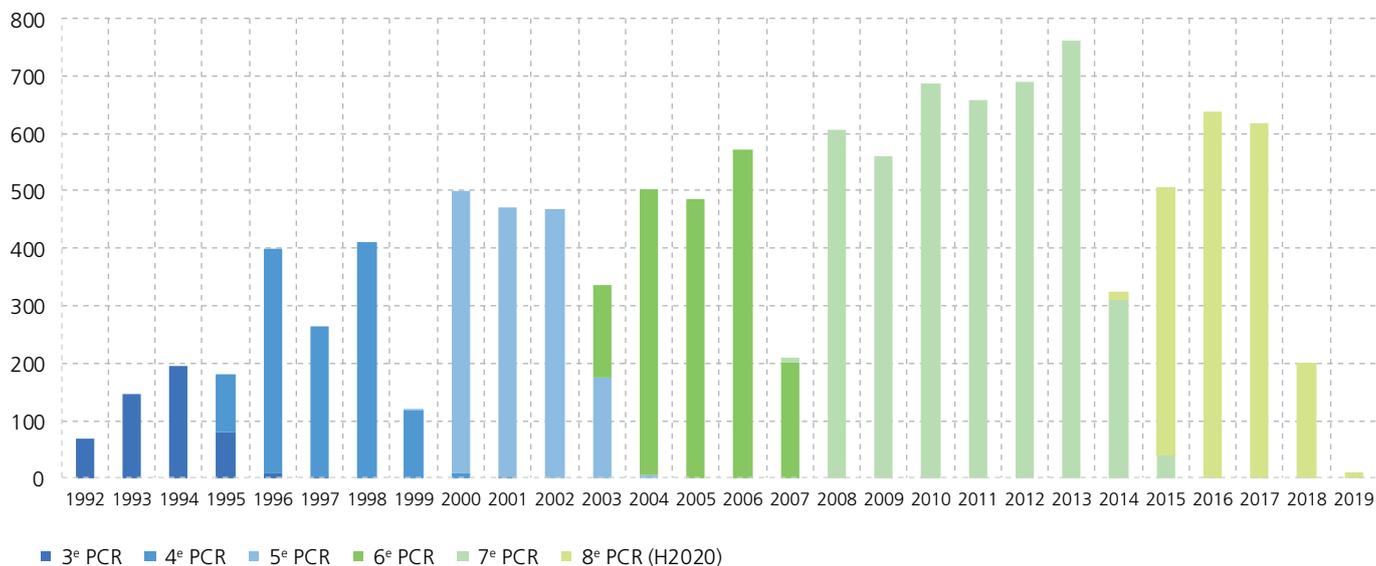
Graphique B 6.1 : Participations à Horizon 2020, 2014–2019, date de référence : 6 mars 2018



Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCR

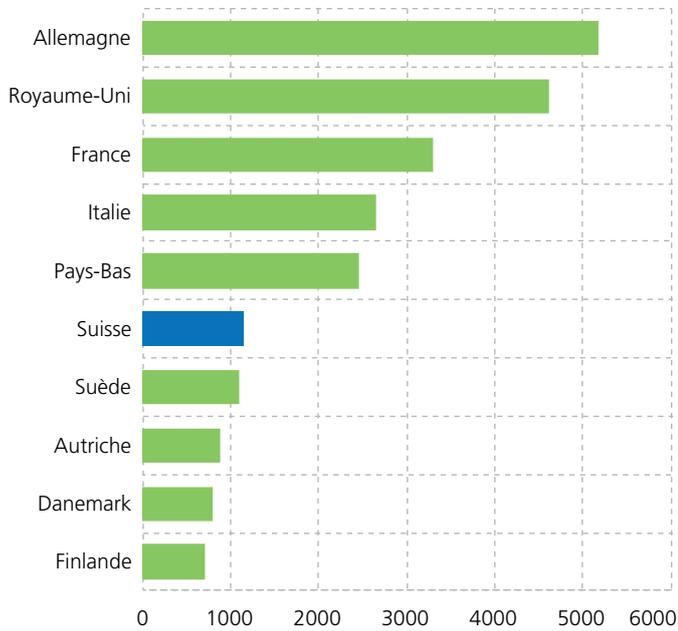
Source : Commission européenne, SEFRI

Graphique B 6.2 : Nouvelles participations suisses aux PCR



Source : Commission européenne, SEFRI

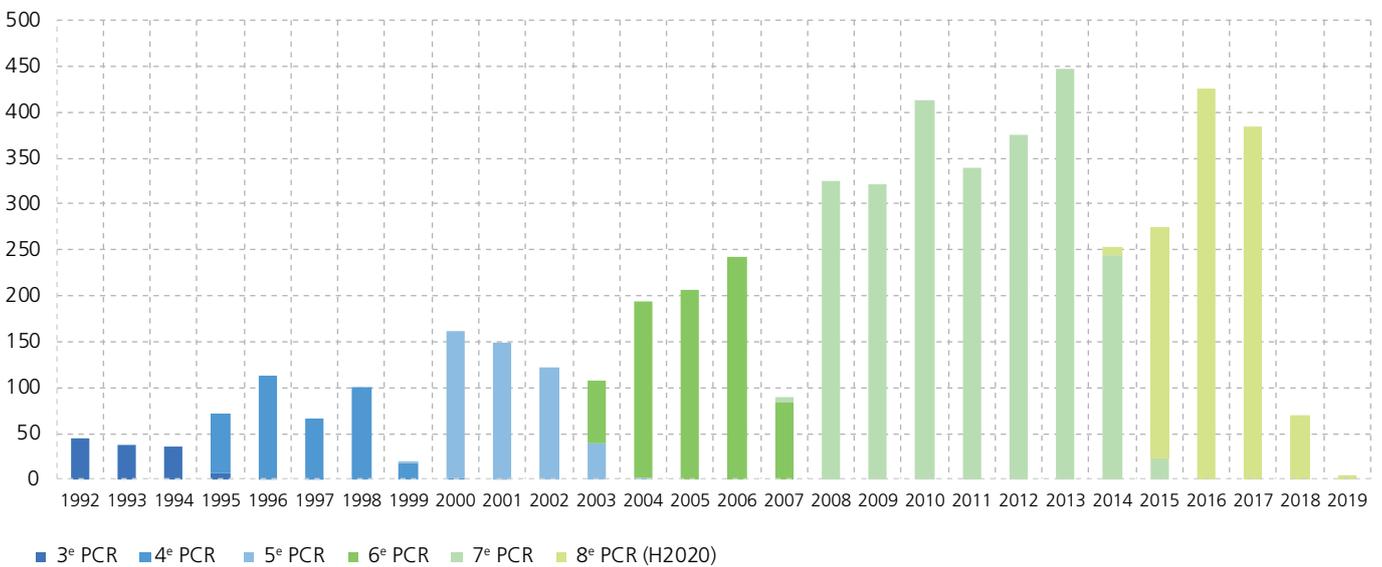
Graphique B 6.3 : Subsidés alloués dans le cadre de Horizon 2020, en millions de francs suisses, 2014–2019



Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCR

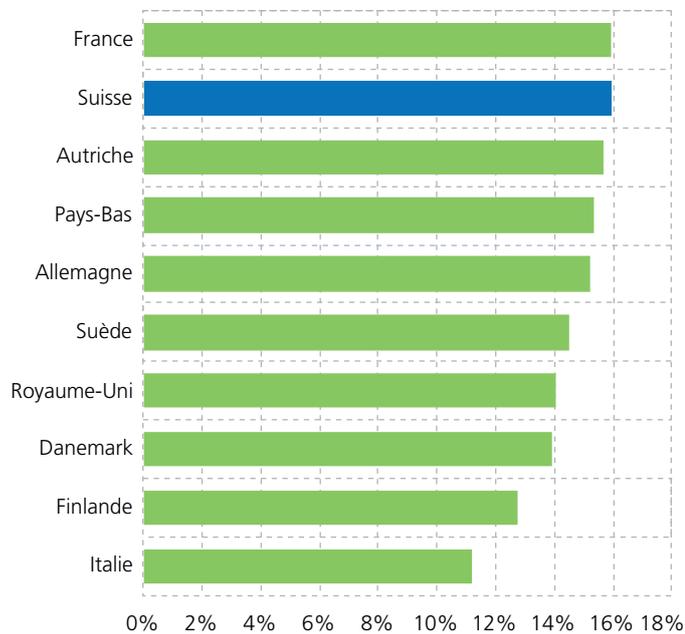
Source : Commission européenne, SEFRI

Graphique B 6.4 : Subsidés alloués à des chercheurs actifs en Suisse dans le cadre des PCR, en millions de francs suisses



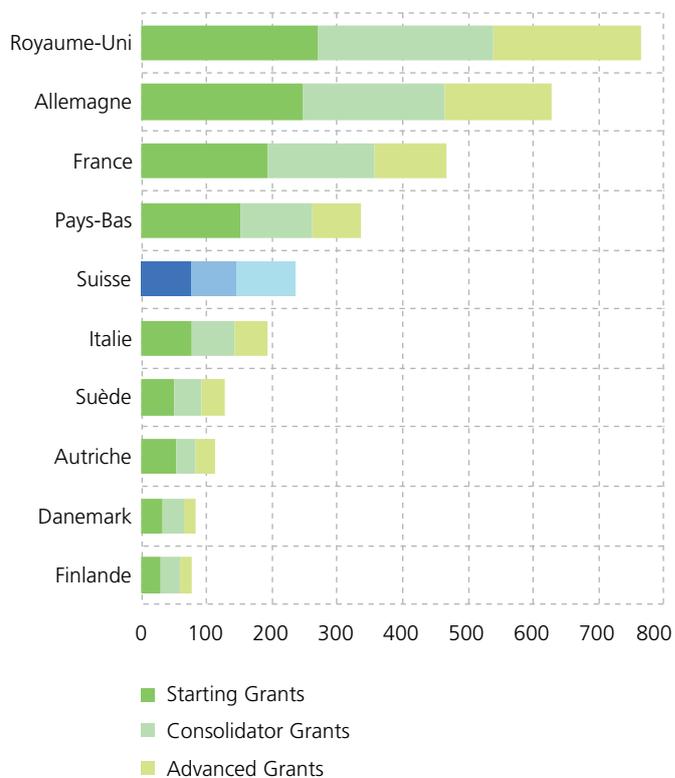
Source : Commission européenne, SEFRI

Graphique B 6.5 : Taux de succès des propositions de projets présentées dans Horizon 2020, 2014–2019



Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCR
 Source : Commission européenne, SEFRI

Graphique B 6.6 : Bourses ERC, 2014–2017



Le graphique inclut uniquement les pays de référence membres de l'UE ou ayant le statut d'État associé aux PCR
 Source : ERC, SEFRI

7 Publications scientifiques

Pour les chercheurs, le principal moyen de diffusion des connaissances est la publication d'articles dans des journaux scientifiques. Les publications scientifiques concentrent en règle générale le meilleur de la recherche scientifique parce qu'elles font l'objet d'une sélection drastique avant d'être acceptées par une revue. Elles reflètent par conséquent les contributions à l'accroissement du savoir et se trouvent souvent à la base d'innovations importantes. L'étude statistique de la production d'articles scientifiques permet de calculer des indicateurs de production, d'impact et de coopération.

7.1 Volume de publications

Une première mesure de la prestation scientifique d'un pays consiste à comparer le volume de ses publications par rapport à la production mondiale totale. Une analyse par domaine de recherche indique les forces et les faiblesses d'un pays dans les différents champs scientifiques.

Sur la période 2011–2015, la part des publications suisses dans l'ensemble des publications mondiales est de 1,1 % (tableau B 7.1). La Suède et les Pays-Bas présentent des valeurs comparables. Les États-Unis dominent largement le classement, suivis de la Chine, en forte progression. La Suisse affiche un taux de croissance marqué entre les périodes 2006–2010 et 2011–2015. Seuls la Chine, la Corée et le Danemark ont connu une progression encore plus forte.

En termes de publications par habitant et par chercheur, la Suisse est en tête, respectivement en deuxième position, des pays de référence. Ce dernier indicateur, surtout, témoigne d'une productivité supérieure à la moyenne de la recherche scientifique suisse.

En Suisse, les domaines de recherche les plus représentés dans les publications sont les « sciences de la vie » (26 %), le groupe « physique, chimie et sciences de la Terre » (23 %, dont un tiers pour le CERN en physique) et la « médecine clinique » (24 %) (graphique B 7.2). Si l'on prend le profil des États-Unis comme référence, on s'aperçoit que le portefeuille des publications suisses ne s'en écarte guère. La Suisse est plus spécialisée en « physique, chimie et sciences de la Terre », et nettement moins en « sciences sociales et comportementales ».

7.2 Impact des publications

Outre le nombre d'articles parus dans des revues scientifiques, il convient également de tenir compte de la qualité ou de l'impact des publications. On recourt pour ce faire à un indicateur relatif à la fréquence à laquelle une publication est citée (facteur d'impact).

La Suisse se classe également très bien pour cet indicateur, en troisième position derrière les États-Unis et le Royaume-Uni (graphique B 7.3).

Parmi les domaines scientifiques, ce sont les groupes « agriculture, biologie et sciences de l'environnement », « sciences de la vie » et « sciences techniques et de l'ingénieur, informatique » qui ont l'impact le plus élevé en Suisse (graphique B 7.4). Les domaines « physique, chimie et sciences de la Terre » et « médecine clinique » se situent également nettement au-dessus de la moyenne mondiale. Ce résultat reflète probablement en partie les investissements particulièrement importants que la Suisse consent dans la recherche fondamentale, surtout en sciences exactes et en sciences de la nature. Seul le domaine « sciences humaines et arts » se trouve en retrait par rapport au profil mondial, et surtout par rapport à celui des États-Unis.

7.3 Maillage international perceptible par les publications

La proportion de publications préparées par des chercheurs issus de plusieurs pays constitue un indicateur du maillage ou des échanges de savoirs.

La Suisse est en tête des pays de référence avec une proportion de publications reposant sur des partenariats internationaux qui se monte à 84 % sur la période 2011–2015, devant l'Autriche et la Suède (graphique B 7.5). La part des partenariats internationaux n'a que peu évolué en Suisse depuis la période 2006–2010, où elle se situait à 70 %, déjà au premier rang à l'époque. Les plus fortes augmentations sont le fait du Japon, de la Finlande et de l'Italie.

7.4 Publication suisses par régions

La région lémanique et celle de Zurich produisent la majeure partie des publications suisses (64 % des publications de la Suisse) (graphique B 7.6). À elles deux, ces régions concentrent sept hautes écoles, trois établissements de recherche du domaine des EPF, plusieurs laboratoires privés ainsi que des organisations internationales. Les régions Suisse du Nord-Ouest et Espace Mittelland produisent 30 % des publications et les trois régions restantes (Suisse orientale, Tessin et Suisse centrale) presque 6 %.

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 de livres (p. ex. en sciences humaines et littéraires), de brevets ou de rapports ad hoc (p. ex. dans la recherche appliquée).

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

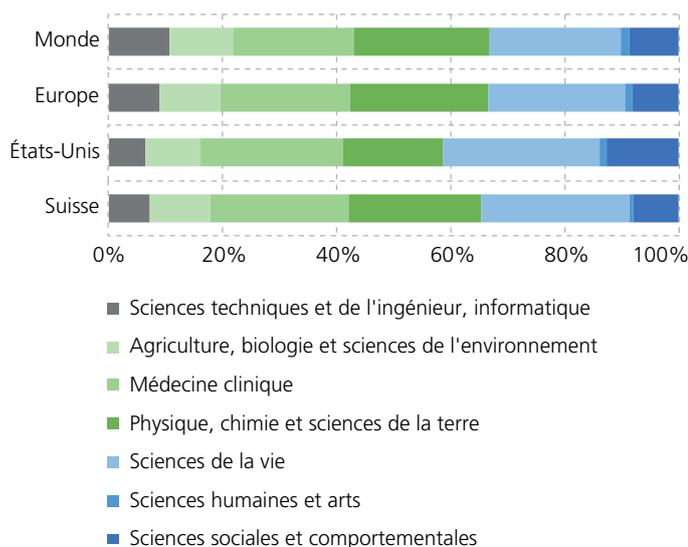
L'impact d'un article est calculé en dénombrant le nombre de fois où celui-ci est cité dans d'autres articles : si une publication trouve beaucoup de résonance auprès des chercheurs, on en conclut que cet article est important et donc bon. Toutefois, les effets de mode peuvent fausser les résultats ;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

Graphique B 7.1 : Publications scientifiques, moyenne 2011–2015

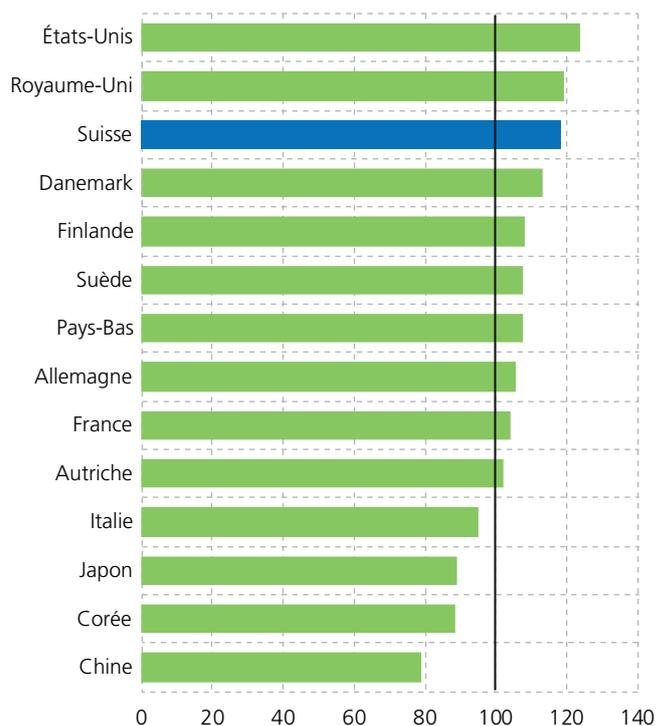
	Part des publications mondiales	Taux de croissance annuel moyen du volume de publications entre la période 2006–2010 et la période 2011–2015	Publications par million d'habitants	Publications par 1000 chercheurs
Suisse	1,1 %	5,3 %	4286	965
Allemagne	4,8 %	3,5 %	1821	419
Autriche	0,6 %	3,8 %	2054	434
Chine	8,4 %	14,6 %	252	233
Corée	2,9 %	7,7 %	1750	271
Danemark	0,7 %	7,8 %	4041	560
États-Unis	22,9 %	2,5 %	2230	545
Finlande	0,7 %	2,7 %	3696	514
France	4,6 %	2,9 %	2132	540
Italie	3,8 %	3,7 %	1939	1020
Japon	4,4 %	-0,7 %	1060	204
Pays-Bas	2,0 %	5,3 %	3611	833
Royaume-Uni	4,8 %	3,1 %	2318	554
Suède	1,1 %	3,8 %	3524	569

Pays par ordre alphabétique (sauf la Suisse)

Source : SEFRI

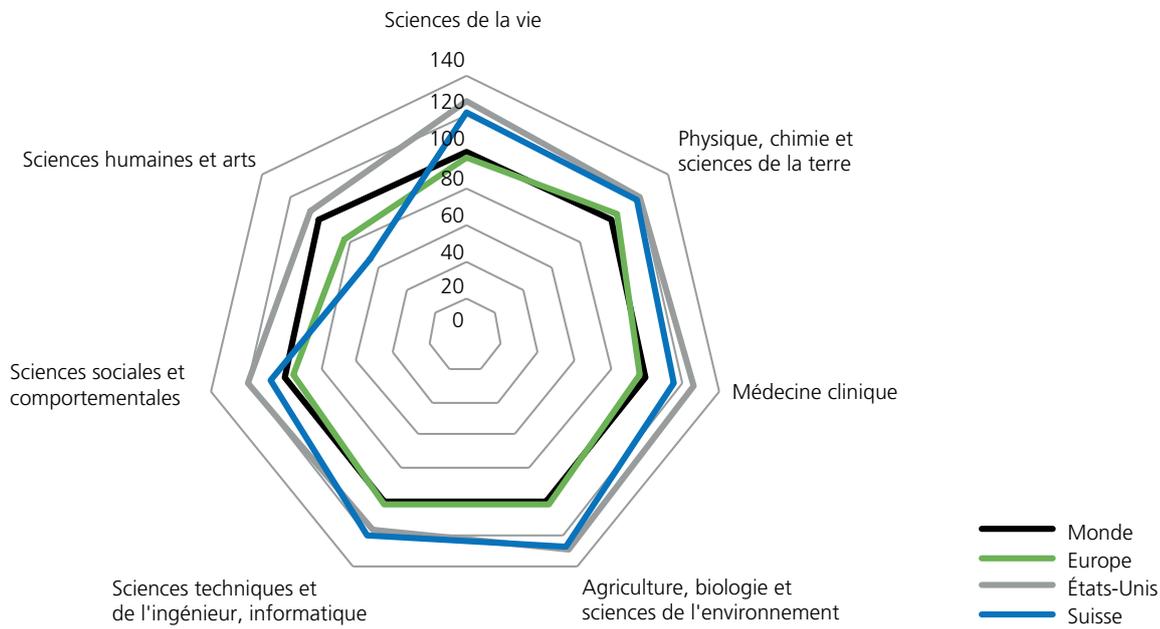
Graphique B 7.2 : Publications scientifiques selon le domaine de recherche, moyenne 2011–2015


Source : SEFRI

Graphique B 7.3 : Impact des publications, moyenne 2011–2015


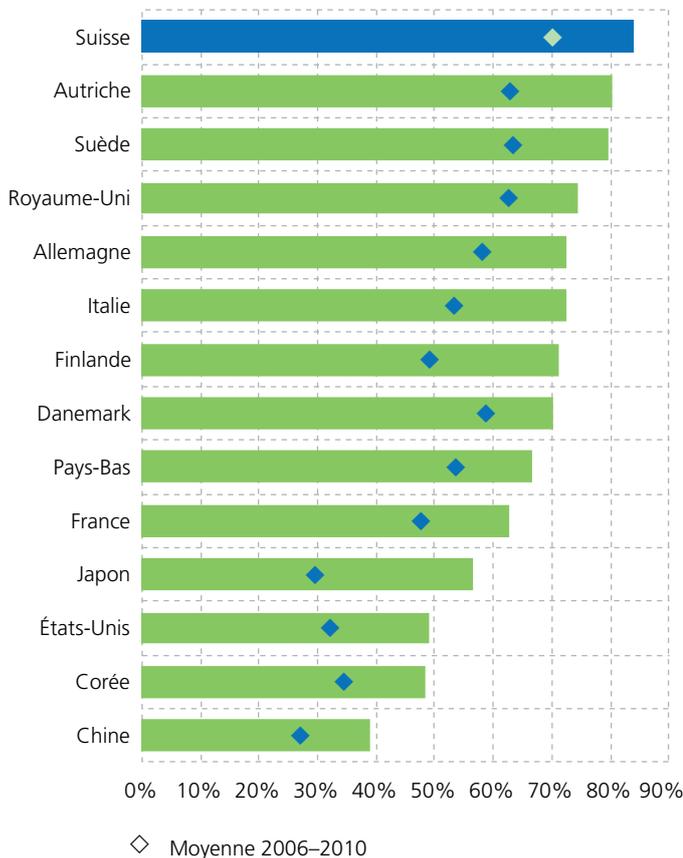
Source : SEFRI

Graphique B 7.4 : Impact des publications selon le domaine de recherche, moyenne 2011–2015



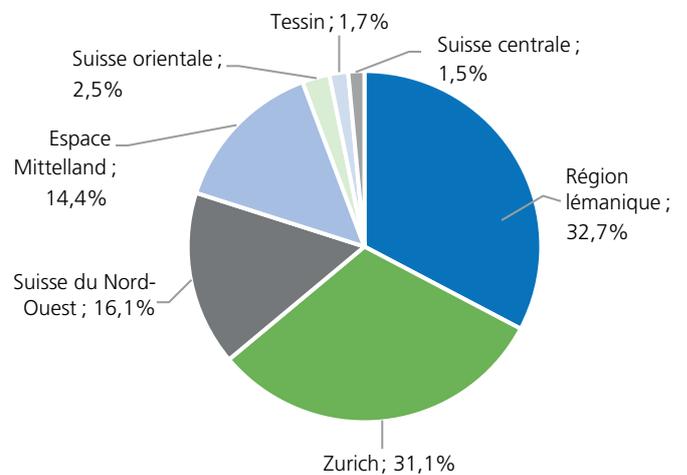
Source : SEFRI

Graphique B 7.5 : Part des partenariats internationaux dans l'ensemble des publications en coopération, moyenne 2011–2015



Source : SEFRI

Graphique B 7.6 : Publications de la Suisse par région, période 2011–2015



Source : SEFRI

8 Brevets

Les brevets jouent un rôle important dans l'encouragement des innovations techniques, car ils protègent de toute utilisation abusive la propriété intellectuelle et les informations techniques. Cette protection facilite le transfert de technologie et simplifie la diffusion et la commercialisation du savoir. La Suisse, comme de nombreux autres pays, délivre des brevets nationaux, qui protègent les inventions exclusivement à l'intérieur du pays. Ces brevets nationaux ne représentent toutefois que 7 % de tous les brevets délivrés en Suisse. Les 93 % restants sont accordés par l'Organisation européenne des brevets (OEB) et sont également valables en Suisse.⁹ Les brevets constituent l'indicateur le plus couramment utilisé pour mesurer le savoir que produit une économie. En effet, les demandes de brevets permettent d'appréhender l'exploitation technologique et commerciale des connaissances issues de la recherche. En ce sens, on parle d'extrait d'innovation intermédiaire dans la mesure où les brevets permettent d'observer une phase antérieure à l'introduction d'un produit sur un marché.

Les indicateurs fondés sur les brevets ont pour principal avantage de se baser sur des données internationalement comparables disponibles pour le monde entier. L'utilité des brevets varie cependant en fonction des secteurs, selon que d'autres stratégies informelles sont ou non possibles afin de se prémunir contre l'imitation (p. ex. l'avance accumulée sur les entreprises concurrentes ou le secret). Certains domaines (p. ex. celui des logiciels) sont donc insuffisamment couverts par ces indicateurs.

8.1 Nombre de brevets par million d'habitants

Administré par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), le Traité de coopération en matière de brevets (Patent Cooperation Treaty, PCT) permet de solliciter la protection d'une invention dans un grand nombre de pays simultanément, en déposant une seule demande « internationale » de brevet.

La part de la Suisse au volume total des demandes de brevets est modeste (environ 1,5 % en 2015). Il est plus parlant de rapporter cette valeur à la taille de la population. Avec 310 demandes de brevets PCT par million d'habitants, la Suisse occupe la troisième place du classement, derrière le Japon et la Suède (graphique B 8.1). Elle est suivie de la Corée, dont le ratio est également très élevé. Cette excellente position de la Suisse doit être mise en relation avec le fait que celle-ci est une « économie de sièges d'entreprises » : or, c'est depuis leur siège suisse que de nombreuses multinationales actives en R-D déposent leurs demandes de brevets.

En nombre absolu, les demandes de brevets PCT suisses sont également en forte progression depuis 2000, quoique de manière moins soutenue que dans les pays asiatiques. Seule la Finlande a vu diminuer le nombre de demandes de brevets PCT.

8.2 Brevets déposés par des coopérations internationales

Le dépôt de demandes de brevets en collaboration avec des partenaires étrangers indique qu'une économie est intégrée dans les réseaux internationaux, ce qui lui permet de bénéficier des activités de recherche effectuées ailleurs et d'avoir un accès élargi à des savoirs porteurs d'innovation.

Les entreprises suisses déposent fréquemment des brevets avec des partenaires étrangers : 41 % des demandes de brevets PCT soumises en 2014 émanent de coopérations de ce type (graphique B 8.2). Derrière la Suisse arrivent, avec un retard notable, l'Autriche et le Royaume-Uni, puis plus loin encore les pays nordiques.

Si la Suisse était déjà en tête des pays de référence en 2000, la part des brevets déposés en coopération internationale a encore augmenté depuis lors, ce qui traduit un renforcement du maillage international. La progression des pays nordiques (Danemark, Suède, Finlande) est particulièrement forte, alors que les pays asiatiques ainsi que la France et l'Italie ont été témoins d'un recul.

L'appréciation de ces résultats doit tenir compte de plusieurs éléments. Tout d'abord, il va de soi qu'un petit pays coopère davantage avec des partenaires étrangers, ce qui pourrait expliquer en partie l'écart entre la Suisse et l'Allemagne, par exemple. Mais des décalages notables apparaissent également entre petits pays. Le fait que la coopération avec des partenaires étrangers soit plus fréquente en Suisse que dans d'autres petits pays confirme son fort ancrage international en matière de brevets.

8.3 Brevets déposés par des entreprises étrangères

Un grand nombre de demandes de brevets sont déposées par des entreprises en mains étrangères. Cet indicateur révèle l'ampleur des investissements étrangers consacrés au savoir.

Avec 28 % de ses demandes de brevets PCT déposées par des entreprises étrangères, la Suisse prend sur ce terrain la troisième place en 2014, derrière le Royaume-Uni et l'Autriche (graphique B 8.3). La position de la Suisse laisse penser qu'elle constitue un site

⁹ IPI (2017) : Rapport annuel 2016–17. Berne : Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle.

d'innovation qui, abstraction faite de sa taille, attire les entreprises étrangères ou contrôlées depuis l'étranger.

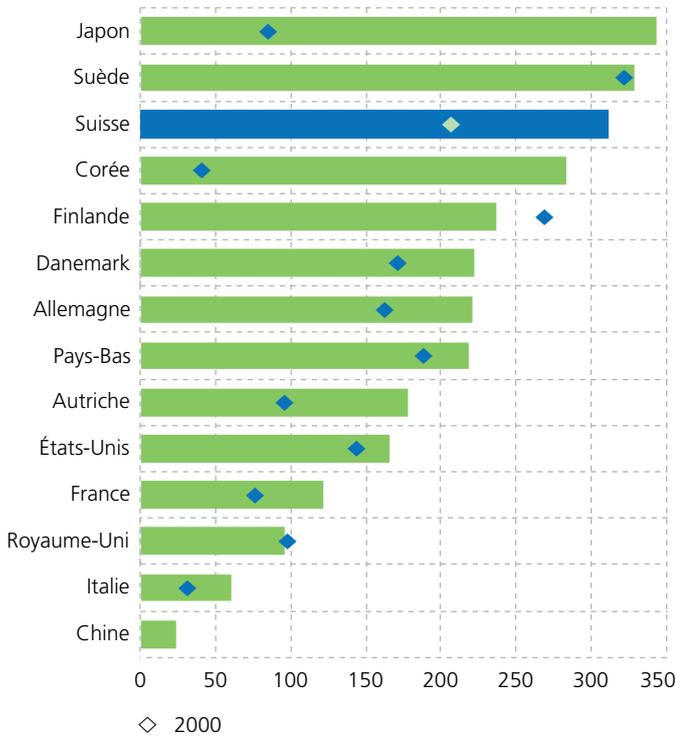
En 2000, la part des demandes de brevets PCT déposées par des entreprises étrangères atteignait en Suisse la valeur assez élevée de 31 %. Elle est depuis en légère baisse. La Suède, le Royaume-Uni et la Finlande ont connu les progressions les plus fortes. Plusieurs pays, en particulier l'Autriche, ont été témoins d'un recul. Il convient cependant de garder à l'esprit que ces pays (sauf la Finlande) ont simultanément vu augmenter le nombre total de demandes de brevets (voir point 8.1).

8.4 Présence dans les nouvelles technologies

Les nouvelles technologies entraînent généralement la création de nouveaux produits ou de nouveaux procédés. Certaines technologies, telles celles de la santé ou les biotechnologies, sont applicables à moins large échelle que celles dites transversales, qui peuvent favoriser l'apparition d'une large palette de produits et de services dans différentes branches économiques. Parmi ces dernières figurent les technologies de l'information et de la communication (TIC), ainsi que les nanotechnologies et les technologies environnementales. Le poids de ces nouvelles technologies pour un pays peut être mesuré à travers l'avantage technologique révélé (Revealed Technological Advantage, RTA ; graphique B 8.4).

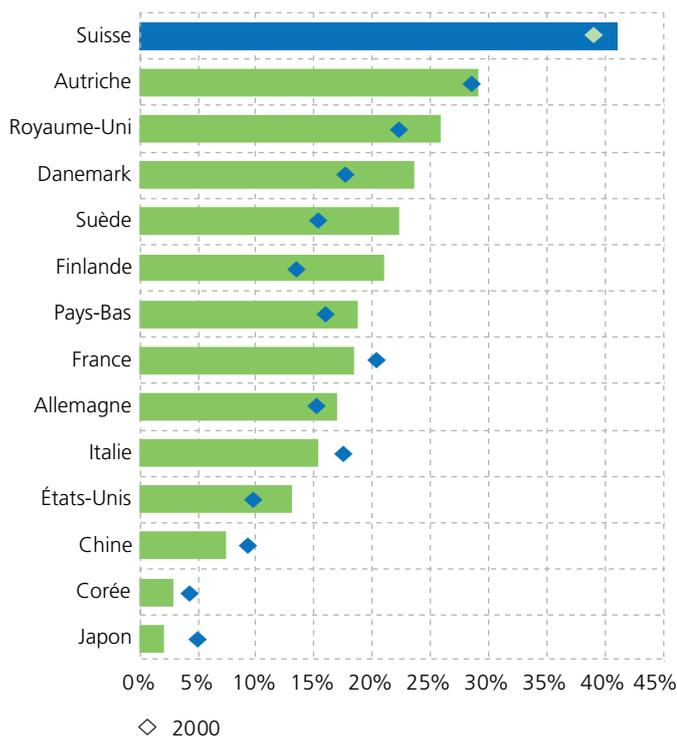
La Suisse présente une spécialisation supérieure à la moyenne dans les technologies de la santé (pharmacie et techniques médicales) (graphique B 8.4). En 2014, l'indice de spécialisation la place au deuxième rang après les Pays-Bas et devant les États-Unis et le Danemark. Dans les biotechnologies, la Suisse figure au-dessus de la moyenne, dans le peloton de tête. Elle présente par contre une spécialisation inférieure à la moyenne dans les autres technologies retenues. Les TIC sont dominées par la Chine, la Suède, la Finlande et la Corée. Les fabricants de matériel informatique étant peu représentés dans l'industrie électronique suisse, le faible score de la Suisse dans ce domaine n'est pas surprenant. En ce qui concerne les nanotechnologies, le Danemark présente la spécialisation la plus poussée. Suivent à quelque distance le Royaume-Uni, les États-Unis, la Finlande et la Corée. Enfin, le Danemark, la Finlande, l'Allemagne et la France arrivent en tête pour ce qui est des technologies de l'environnement. La Suisse se situe ici à la dernière place des pays considérés.

Graphique B 8.1 : Demandes de brevets PCT par million d'habitants, 2015



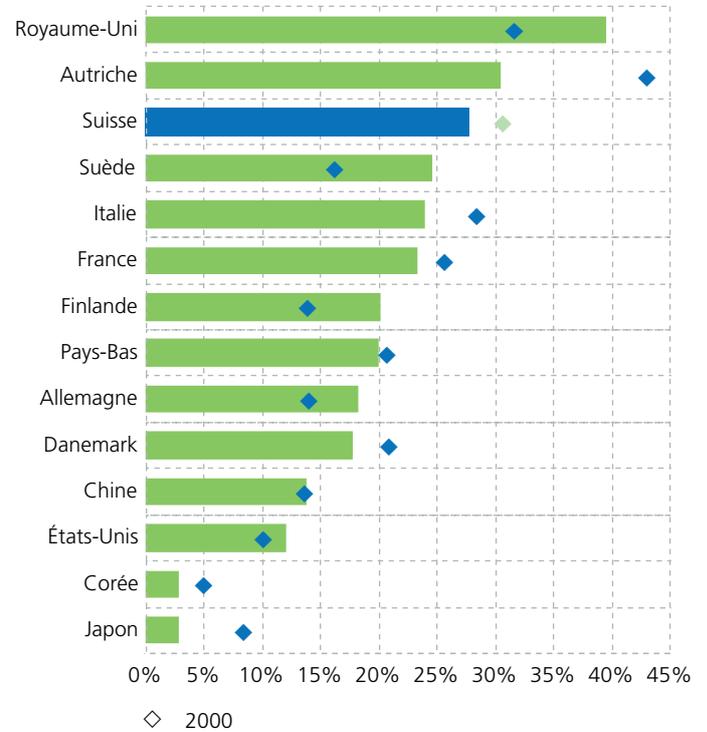
Données 2000 non disponibles : Chine
Source : OCDE

Graphique B 8.2 : Part des brevets déposés par des coopérations internationales dans l'ensemble des brevets, 2014



Sur la base des demandes de brevets PCT
Source : OCDE

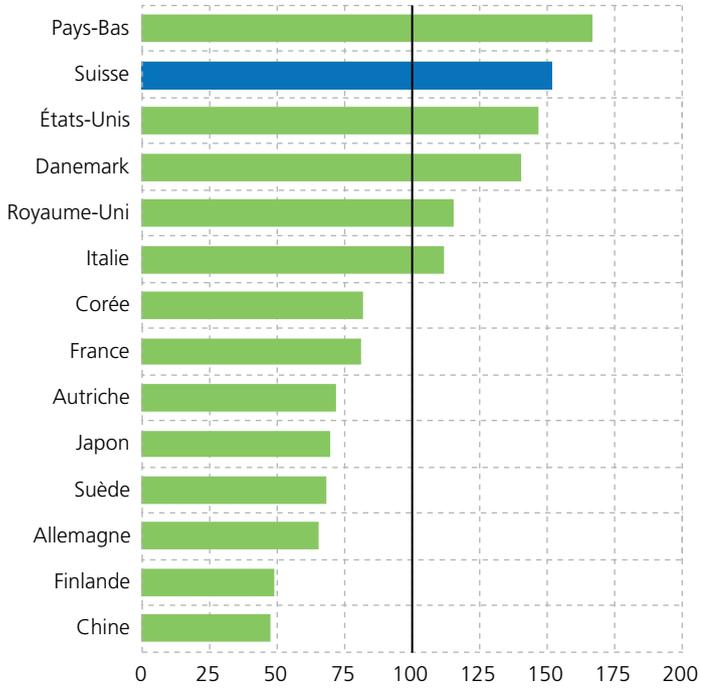
Graphique B 8.3 : Part des brevets déposés par des entreprises en mains étrangères dans l'ensemble des brevets déposés dans le pays, 2014



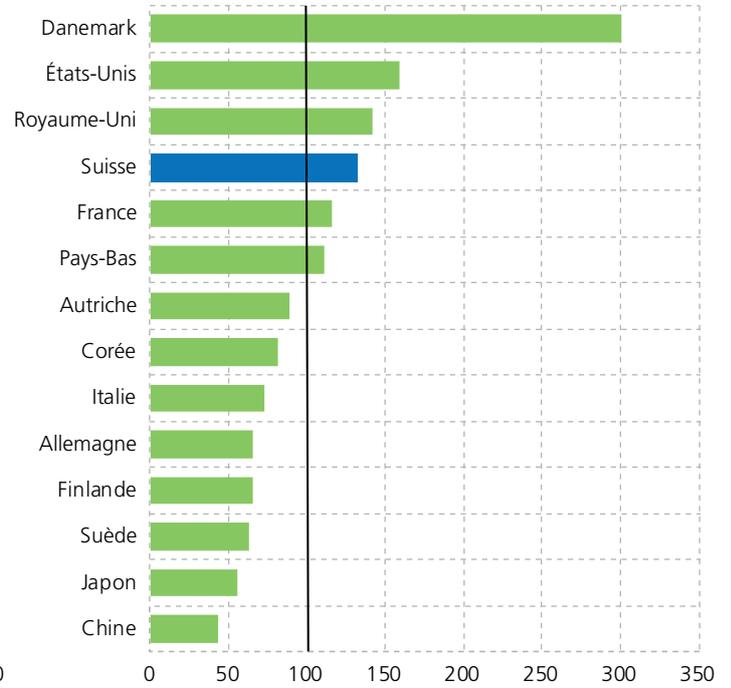
Sur la base des demandes de brevets PCT
Source : OCDE

Graphique B 8.4 : Avantage technologique révélé, 2014

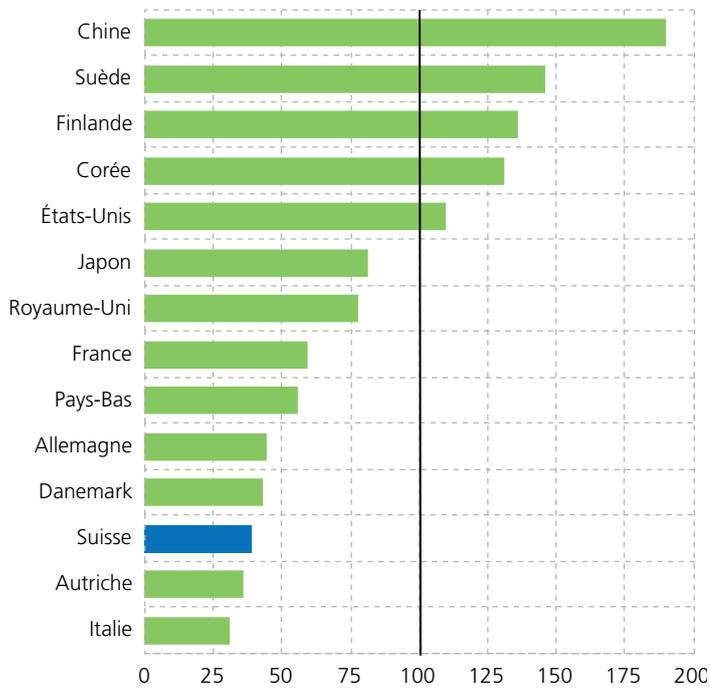
Technologies de la santé



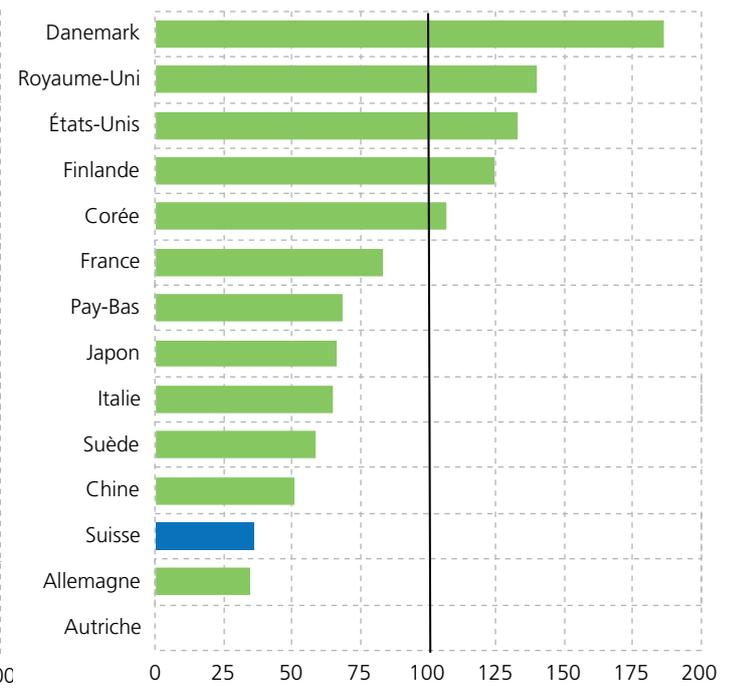
Biotechnologies



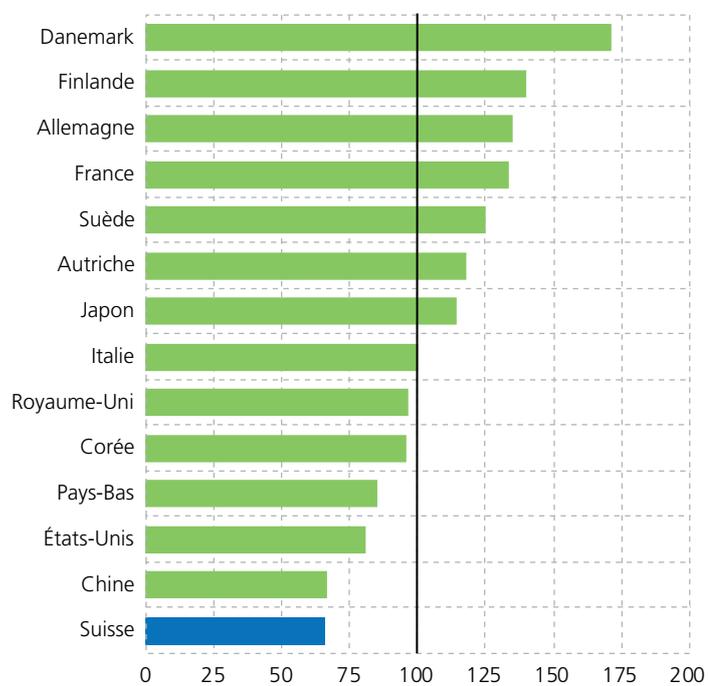
Technologies de l'information et de la communication



Nanotechnologies



Technologies de l'environnement



Avantage technologique révélé: part des brevets d'une économie dans un domaine technologique particulier rapportée à la part de cette économie dans l'ensemble des brevets

Sur la base des demandes de brevets PCT

Source : OCDE, calculs SEFRI

9 Transfert de savoir et de technologie

Le transfert de savoir et de technologie (TST) soutient l'innovation à l'interface de la recherche, de l'industrie et du marché. Il a pour objectif de mettre en réseau les entreprises et les hautes écoles et autres instituts de recherche publics afin de créer des coopérations propices à l'innovation. Le TST contribue ce faisant à la valorisation technologique et économique du savoir et il accélère le processus de multiplication des connaissances. Il y a ainsi plus de chances que de nouveaux produits voient le jour dans des délais relativement brefs. Enfin, si le TST permet une valorisation économique des savoirs académiques, il entraîne réciproquement l'intégration de savoirs pratiques dans la recherche académique.

Compte tenu de la rareté des statistiques comparables au niveau international dans ce domaine, le présent chapitre propose essentiellement des indicateurs relatifs aux activités nationales de TST. Ceux-ci se basent sur l'enquête sur les échanges de savoir et de technologie réalisée par le KOF de l'ETH Zurich. La dernière enquête en date ayant été menée en 2011, les chiffres les plus récents font référence à la période 2008–2010. De nouveaux chiffres seront disponibles en 2019. Cet éclairage national est complété par une comparaison internationale qui se focalise sur le TST entre entreprises innovantes et hautes écoles. Comme il s'agit d'un sous-groupe d'entreprises bien spécifique, ces chiffres ne peuvent pas être mis en relation directement avec les résultats obtenus par le KOF.

9.1 Participation des entreprises suisses au TST

Environ un cinquième des entreprises suisses sont associées à des activités de TST sur la période 2008–2010 (tableau B 9.1). Cette proportion est restée inchangée depuis le début des années 2000.

La proportion d'entreprises pratiquant le TST est un peu plus élevée dans l'industrie (28 %) que dans les services (25 %). Dans la construction, la part des entreprises pratiquant du TST a connu un net recul depuis la période 2002–2004 pour s'établir à 4 % sur la période 2008–2010.

Le TST présente une intensité supérieure à la moyenne dans les activités industrielles de haute technologie (en particulier dans les branches « chimie », « véhicules » et « électronique et instruments ») ainsi que dans les services modernes. Malgré une stabilité globale, les activités de TST ont sensiblement augmenté dans les industries de haute technologie et dans les services modernes, alors qu'elles ont diminué dans les activités de faible technologie et dans les services traditionnels.

On observe une corrélation frappante entre la taille de l'entreprise et les activités de TST, ce dernier étant pratiqué dans 16 % des petites entreprises, 35 % des entreprises de taille moyenne et 57 % des grandes entreprises. Au vu des ressources dont elles disposent, notamment en termes de personnel, il n'est pas surprenant que ces dernières aient plus de facilité à coordonner le savoir scientifique et à le valoriser. On sait en effet que les multinationales ont davantage tendance à employer du personnel possédant une formation supérieure (notamment en sciences naturelles ou en ingénierie).

9.2 Types d'activités de TST des entreprises suisses

En ce qui concerne la nature des activités de TST, la majorité des entreprises interrogées indique qu'il s'agit surtout de contacts informels et d'actions de formation (tableau B 9.2). Une proportion nettement plus faible évoque la recherche (17 %), le conseil (15 %) ou encore le recours aux infrastructures des hautes écoles (14 %).

Si les contacts informels et la formation accusent une légère hausse depuis la période 2002–2004, les trois autres catégories sont restées à peu près stables.

9.3 Partenaires de TST des entreprises suisses

Parmi les entreprises pratiquant l'échange de savoir, 70 % indiquent avoir eu pour partenaire un établissement (ou plusieurs) du Domaine des EPF sur la période 2008–2010 (tableau B 9.3). Les hautes écoles spécialisées arrivent juste derrière (69 %), alors que les universités cantonales sont sensiblement moins souvent mentionnées (43 %). Cette valeur plus faible s'explique par le fait qu'il n'existe pas, dans les universités, de domaines de recherche très proches de l'application dans les domaines techniques. Or, l'établissement de partenariats est particulièrement encouragé par le principe du financement indirect – via des collaborations avec les institutions de formation – adopté par Innosuisse.

Possible conséquence de la crise économique, on observe une forte progression pour les trois types de partenaires entre les périodes 2002–2004 et 2008–2010. Les entreprises ont donc simultanément intensifié leurs échanges de savoir avec des institutions partenaires dans plusieurs groupes. Le Domaine des EPF et les hautes écoles spécialisées ont nettement plus progressé sur ce terrain que les universités cantonales.

9.4 Motifs du TST des entreprises suisses

Pour ce qui est des raisons qui poussent les entreprises à effectuer du TST, la principale est de loin l'accès au capital humain (tableau B 9.4). Elle est suivie des motifs financiers (en recul sur la période la plus récente) et de l'accès à des résultats de recherche. Bien qu'ils soient en légère progression par rapport à la période 2002–2004, les motifs institutionnels ou organisationnels ferment toujours la marche.

D'une manière générale, les changements observés entre les périodes 2002–2004 et 2008–2010 sont de faible amplitude.

9.5 Obstacles au TST des entreprises suisses

Les obstacles au TST les plus fréquemment cités sont les conditions non remplies (p. ex. manque de personnel qualifié et de ressources temporelles) par l'entreprise (53 %) ou par la haute école (41 %), ainsi que les coûts, risques et incertitudes (43 %) (tableau B 9.5). Bien qu'ils soient nettement moins souvent mentionnés, les freins organisationnels et institutionnels sont la seule catégorie à avoir connu une augmentation (de 25 % à 31 %) entre les périodes 2002–2004 et 2008–2010.

La ventilation entre secteurs ou sous-secteurs ne fait guère apparaître de différences. Les entreprises industrielles de haute technologie s'inquiètent plus que les autres du manque d'information ainsi que des coûts, risques et incertitudes. Les prestataires de services relèvent plus fréquemment que les conditions ne sont pas remplies par la haute école ou par l'entreprise, même si ce dernier cas ressort plus souvent des réponses des prestataires de services traditionnels. Enfin, les grandes entreprises semblent rencontrer moins d'obstacles que les PME, sauf pour ce qui est des freins organisationnels et institutionnels.

9.6 Coopération entre entreprises innovantes et hautes écoles

En Suisse, la proportion d'entreprises innovantes qui collaborent avec des hautes écoles ou des établissements de recherche publics est de 17 % sur la période 2010–2012, soit un niveau moyen par rapport aux pays de référence (graphique B 9.6). Le Royaume-Uni, la Suède et l'Allemagne obtiennent des valeurs comparables, alors que la Finlande et l'Autriche présentent des taux bien supérieurs.

Il convient toutefois de garder à l'esprit que, dans les pays de l'UE notamment, la coopération avec une haute école est souvent exigée pour que de la R-D privée se voie attribuer une subvention publique. Cette règle s'applique en Suisse pour les aides d'Inno-

suisse.¹⁰ En Suisse, le subventionnement public direct de la R-D privée est quasiment inexistant. Ceci explique en bonne partie la proportion plus élevée des coopérations entre hautes écoles et entreprises dans plusieurs pays de référence. Eu égard à la qualité des hautes écoles et au dynamisme du secteur des hautes écoles spécialisées, la collaboration entre les entreprises et la recherche dispose encore d'une marge d'intensification en Suisse.

¹⁰ Les aides ne sont versées qu'aux partenaires publics et financent principalement leurs charges de personnel. Les partenaires chargés de la mise en valeur doivent contribuer au moins pour moitié au projet par les prestations qu'ils assurent eux-mêmes, et normalement avec une contribution financière d'au moins 10 % en liquide.

Tableau B 9.1 : Fréquence du transfert de savoir et de technologie en Suisse

en % des entreprises	2002–2004	2008–2010
Secteur		
Industrie	25,1	28,0
Construction	10,1	4,3
Services	26,7	24,6
Sous-secteur		
Industries de haute technologie	28,3	44,6
Industries de faible technologie	23,4	16,7
Services modernes	27,2	35,2
Services traditionnels	26,2	10,6
Taille		
Petites (< 50 employés)	19,4	16,2
Moyennes (50-249 employés)	33,7	34,7
Grandes (>= 250 employés)	44,9	57,3
Total	22,2	21,1

Industries de haute technologie : chimie, matières synthétiques, machines, électrotechnique, électronique et instruments, véhicules

Services modernes : banque-assurance, informatique, services techniques et non techniques aux entreprises

Source : KOF

Tableau B 9.2 : Types de transfert de savoir et de technologie en Suisse

en % des entreprises	2002–2004	2008–2010
Informel	56,6	62,9
Infrastructure	11,9	13,9
Formation	52,3	59,3
Recherche	17,8	17,1
Conseil	15,3	14,8

Proportion d'entreprises attribuant un score de 4 ou 5 (important ou très important) sur une échelle de 1 à 5

Source : KOF

Tableau B 9.3 : Partenaires du transfert de savoir et de technologie en Suisse

en % des entreprises	2002–2004	2008–2010
Domaine des EPF (ETH Zurich, EPFL, PSI, WSL, Empa, Eawag)	57,0	70,0
Universités cantonales	38,0	42,8
Hautes écoles spécialisées	56,0	68,6

Source : KOF

Tableau B 9.4 : Motifs poussant au transfert de savoir et de technologie en Suisse

en % des entreprises	2002–2004	2008–2010
Accès au capital humain («tacit knowledge»)	65,9	65,1
Accès aux résultats de recherche («codified knowledge»)	29,3	28,9
Motifs financiers	41,1	33,0
Motifs institutionnels ou organisationnels	25,0	28,1

Proportion d'entreprises attribuant un score de 4 ou 5 (important ou très important) sur une échelle de 1 à 5

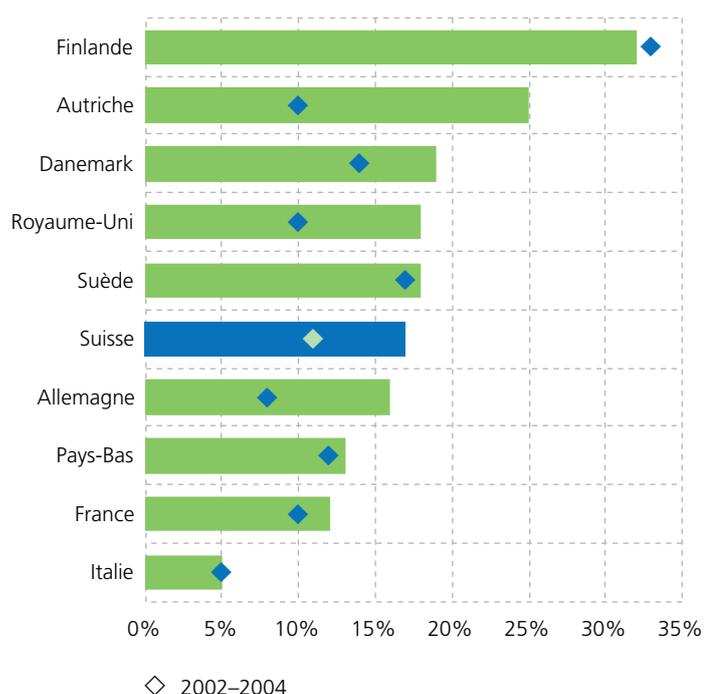
Source : KOF

Tableau B 9.5: Obstacles au transfert de savoir et de technologie en Suisse, 2008–2010

en % des entreprises	Information insuffisante	Conditions non remplies par...		Coûts, risques et incertitudes	Freins organisationnels et institutionnels
		l'entreprise	la haute école		
Secteur					
Industrie	27,8	50,4	39,6	43,4	30,3
Construction	22,3	50,2	39,9	37,7	24,4
Services	25,0	55,1	43,2	44,2	33,3
Sous-secteur					
Industries de haute technologie	31,5	47,5	42,4	49,6	35,4
Industries de faible technologie	25,3	52,5	37,6	39,1	26,9
Services modernes	20,7	53,5	38,2	43,5	29,6
Services traditionnels	30,7	57,2	49,7	45,3	38,3
Taille					
Petites (< 50 employés)	25,6	53,4	40,9	42,6	30,2
Moyennes (50–249 employés)	24,1	52,0	44,2	43,0	31,7
Grandes (>= 250 employés)	20,9	39,4	37,8	38,3	31,6
Total 2008–2010	25,2	52,7	41,4	42,6	30,5
Total 2002–2004	24,1	49,2	42,0	42,4	24,5

Proportion d'entreprises attribuant un score de 4 ou 5 (important ou très important) sur une échelle de 1 à 5
Source : KOF

Graphique B 9.6 : Part des entreprises coopérant avec des universités ou des hautes écoles dans l'ensemble des entreprises innovantes 2010–2012



Exception aux années de référence 2002–2004 : Suisse : 2003–2005
Données non disponibles : Corée, Japon, États-Unis, Chine
Source : Eurostat, KOF/SECO

10 Activités d'innovation des entreprises

Aussi nombreux que soient les brevets déposés et les articles scientifiques publiés, ils ne sont utiles à une économie que s'ils se traduisent en produits et procédés innovants. Il convient donc de s'interroger sur le pouvoir d'innovation des entreprises opérant au sein d'une économie. Si, dans leurs stratégies d'innovation, les entreprises tendent à combiner l'introduction de nouveaux produits avec l'adoption de nouvelles méthodes de production, d'organisation et de commercialisation, le présent chapitre porte principalement sur les innovations de produit.

Pour la plupart des indicateurs présentés dans ce chapitre, des chiffres concernant la période 2014–2016 sont déjà disponibles pour la Suisse. Ce n'est pas le cas des pays de référence, pour lesquels ces données ne seront connues qu'au début de l'année 2019. Faute de comparabilité internationale, une interprétation des valeurs suisses les plus récentes est délicate.

De manière générale, le pourcentage d'entreprises suisses ayant réalisé des innovations ou augmenté leur chiffre d'affaires grâce à des innovations est en repli sur la période 2014–2016. Cela vaut aussi pour le nombre d'entreprises présentant des innovations pour l'entreprise ou pour le marché. Le recul des activités d'innovation des entreprises en Suisse est en opposition avec la tendance de la période précédente. Faute de données actualisées, on ignore si cette tendance s'observe également dans les pays de référence.

10.1 Création d'entreprises

La création d'entreprises est souvent considérée comme un moteur de l'économie car elle engendre une intensification de la concurrence, la création de nouveaux emplois et une augmentation des capacités de production. Ainsi, bien qu'elle ne puisse servir de mesure directe des activités d'innovation, la création de nouvelles entreprises est une indication du dynamisme d'une économie.

Avec 4 % des personnes de 18 à 64 ans ayant lancé une entreprise nouvelle, le taux de création d'entreprises de la Suisse se situe dans la moyenne supérieure (graphique B 10.1). La Corée est en tête, suivie de la Chine, des Pays-Bas, des États-Unis et du Royaume-Uni. Par rapport à 2005, le taux de création d'entreprises est resté pratiquement stable en Suisse, alors qu'il est en fort repli pour la Chine.

La régénération de l'économie est d'autant plus intense que les entreprises nouvellement créées lancent des produits nouveaux. Avec une part de 25 %, la Suisse figure dans la moyenne inférieure, aux côtés de la Corée, de la Chine et du Japon (graphique B 10.2). La proportion est notablement supérieure au Danemark, en France, aux États-Unis et en Autriche.

10.2 Entreprises innovantes

Plus les entreprises innover, plus la compétitivité augmente. L'innovation n'est cependant pas uniquement le fait des jeunes entreprises. Il est donc indispensable de considérer l'ensemble des entreprises d'un pays.

En Suisse, près de deux tiers des entreprises industrielles estiment innover en matière de produits et/ou de procédés (tableau B 10.3). Si la Suisse occupe le premier rang en 2012–2014, devant l'Allemagne, les Pays-Bas et l'Autriche, c'est notamment en raison du recul de la part d'entreprises innovantes que la plupart des pays considérés ont connu. La Suisse n'est d'ailleurs pas épargnée par ce phénomène : après avoir atteint quasiment 70 % au début des années 2000, la proportion d'entreprises industrielles innovantes a connu une contraction marquée sous l'effet de la crise économique. Les dernières données disponibles pour la Suisse montrent d'ailleurs une poursuite de la diminution de la part d'entreprises industrielles innovantes (55 % en 2014–2016).

Du côté des services, en 2012–2014 la Suisse occupe la première place des pays de référence aux côtés de l'Allemagne, avec 47 % d'entreprises innovant en matière de produits et/ou de procédés (tableau B 10.4). La part d'entreprises suisses innovantes est globalement en diminution depuis les années 2000, ce qui pourrait entre autres être dû au poids de son secteur financier, particulièrement touché par la crise.

10.3 Chiffre d'affaires lié à l'innovation

En ce qui concerne la part des innovations de produit dans le chiffre d'affaires des entreprises industrielles, la Suisse mène le classement avec 30,9 % en 2014, directement suivie par la France avec 30,2 % (tableau B 10.5). Par rapport à 2005, la part des produits innovants au chiffre d'affaires des entreprises industrielles a légèrement augmenté en Suisse. Les Pays-Bas ont enregistré une croissance particulièrement marquée. À l'inverse, la Finlande et la Suède ont connu une forte diminution.

Dans le secteur des services, la Suisse occupe la première place parmi les pays de référence, juste devant les Pays-Bas (graphique B 10.5). Elle est suivie, avec un écart conséquent, de la France, de l'Autriche, de l'Italie et du Danemark. Par rapport à 2005, les Pays-Bas ont connu la croissance la plus forte, juste devant la Suisse.

Si l'on restreint l'analyse aux PME, on constate en Suisse un goût très prononcé pour l'innovation, tant dans les grandes PME (50 à 249 employés) que dans les activités industrielles et dans les services (graphique B 10.7). Parmi les plus petites entreprises (10 à 49 employés), ce sont les entreprises autrichiennes qui sont les plus innovantes. La Suisse se situe dans la moyenne (graphique B 10.6).

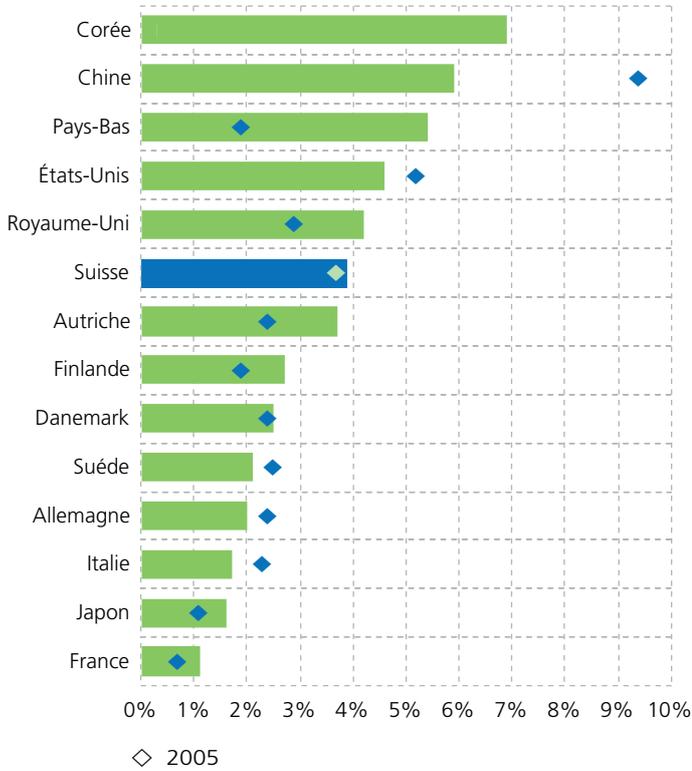
10.4 Innovations pour l'entreprise ou pour le marché

Un produit innovant peut-être nouveau seulement pour l'entreprise, ou également pour le marché. Une nouveauté a un potentiel plus important dans le second cas car elle s'adresse à un segment plus large. Il est donc utile d'examiner le rapport entre ces deux catégories.

Dans l'industrie suisse, la part au chiffre d'affaires des produits nouveaux pour l'entreprise est, en 2014, nettement supérieure à celle des innovations pour le marché (graphique B 10.8). La proportion la plus élevée de produits nouveaux pour le marché s'observe aux Pays-Bas et en France, ce qui indique que leurs industries possèdent une forte capacité d'innovation. La Suisse se situe dans la moyenne avec une part au chiffre d'affaire des innovations pour le marché de 9,9 %. L'Allemagne est en fin de classement mais affiche une part élevée au chiffre d'affaires des produits nouveaux pour l'entreprise.

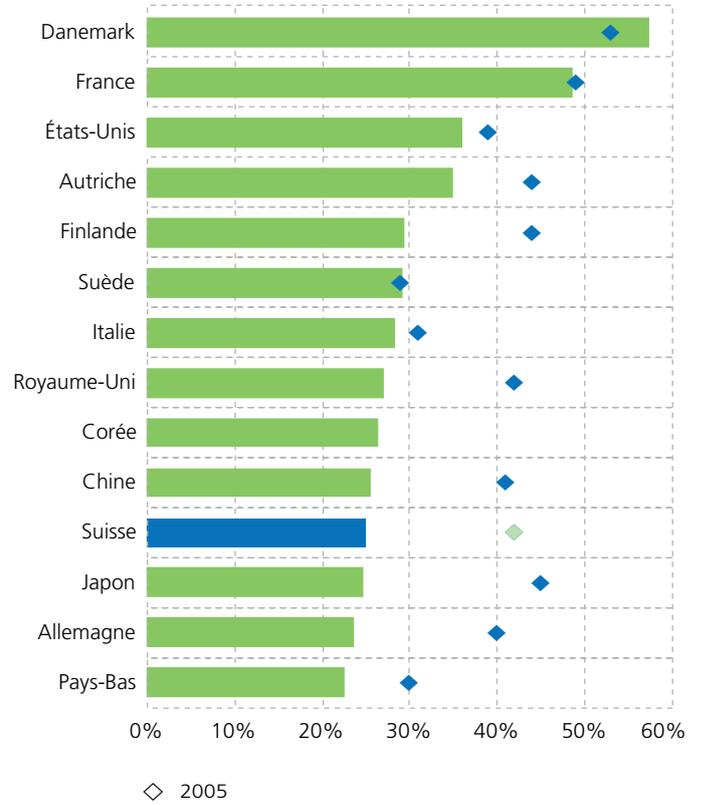
En ce qui concerne les services, les parts au chiffre d'affaires des innovations pour le marché et pour l'entreprise des entreprises suisses se répartissent de manière inégale (graphique B 10.9). Alors que les entreprises suisses occupent la dernière place en ce qui concerne les innovations pour le marché avec une part au chiffre d'affaires de 1,7 %, elles figurent au premier rang des innovations pour l'entreprise avec une part au chiffre d'affaires de 24,5 %. Par rapport à 2005 (-5,3 points de pourcentage), et encore plus à 2010 (-11,3 points de pourcentage), la position de la Suisse s'est considérablement détériorée pour ce qui est de la part au chiffre d'affaires des innovations pour le marché.

Graphique B 10.1 : Taux de création d'entreprises, 2017



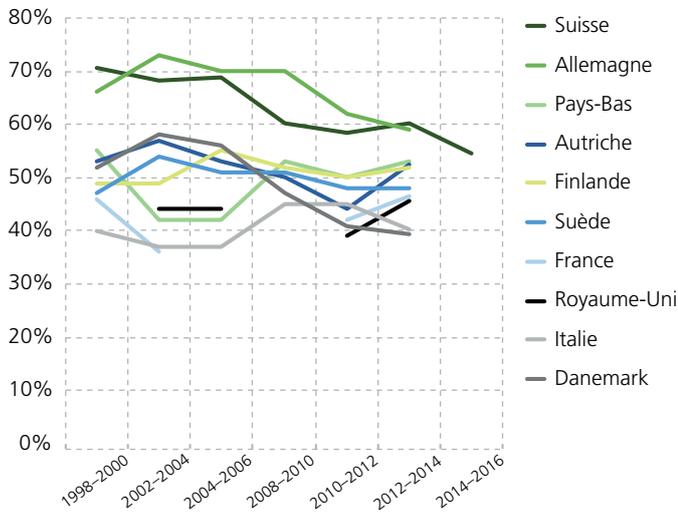
Proportion de 18 à 64 ans ayant lancé une entreprise nouvelle (ayant de 3 à 42 mois d'existence)
 Exceptions à l'année de référence 2017 : Danemark : 2014 ; Autriche, Finlande : 2016
 Données 2005 non disponibles : Corée
 Source : GEM

Graphique B 10.2 : Part des entreprises nouvelles ayant lancé des produits nouveaux pour une partie de leur clientèle au moins, 2017



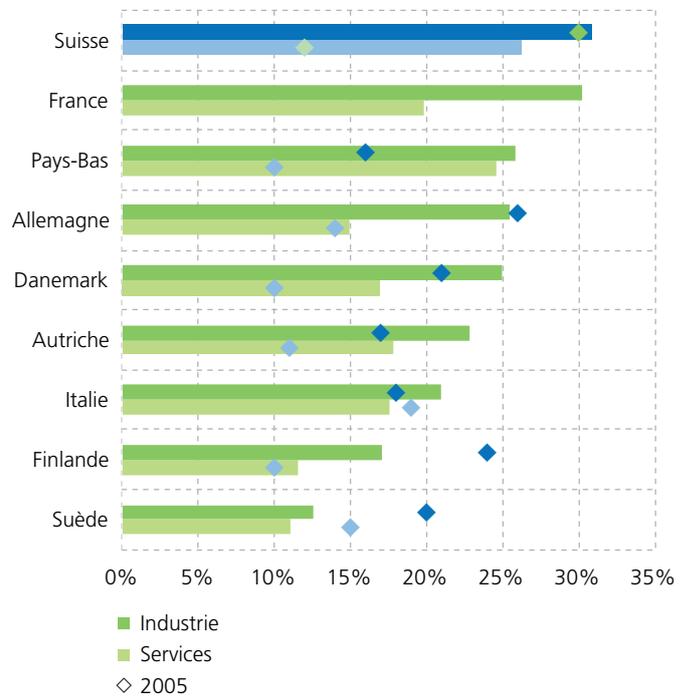
Exceptions à l'année de référence 2017 : Danemark : 2014 ; Autriche, Finlande : 2016
 Données 2005 non disponibles : Corée
 Source : GEM

Graphique B 10.3 : Part des entreprises innovantes, industrie



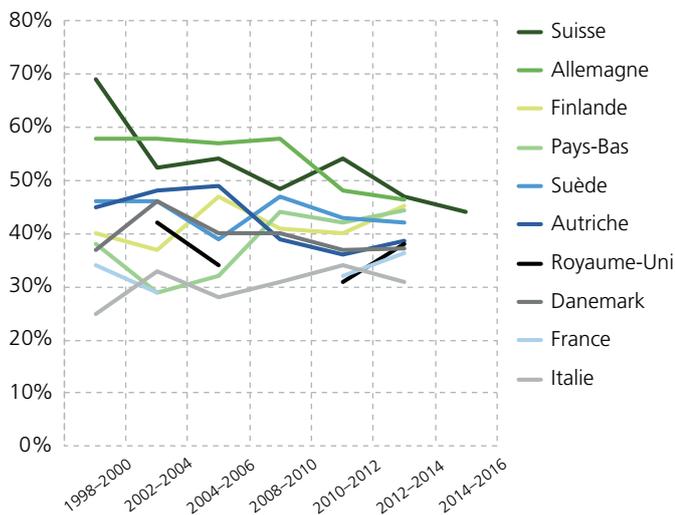
Innovations de produit et/ou de procédé
Données non disponibles : Japon, Corée, États-Unis, Chine
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 10.5 : Part des produits innovants au chiffre d'affaires, 2014



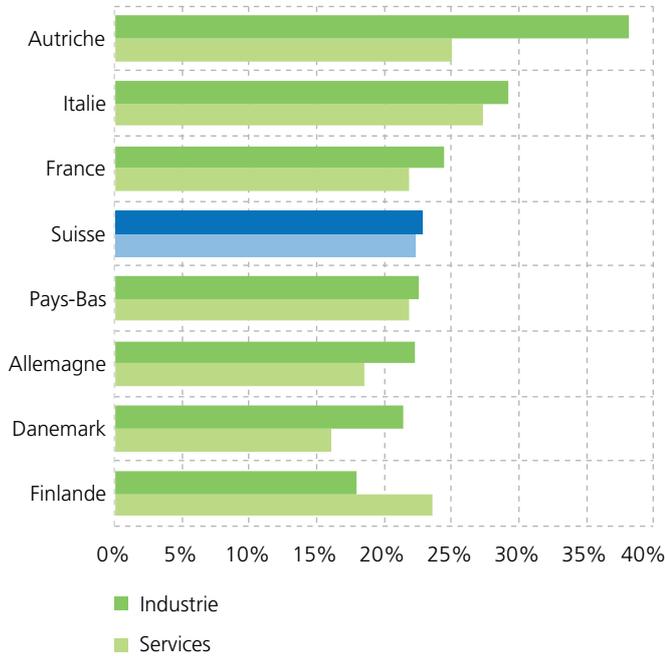
Les pourcentages portent sur les entreprises innovantes
Exception à l'année de référence 2005 : Suisse : 2004
Données non disponibles : Japon, Corée, Royaume-Uni, États-Unis, Chine
Données 2005 non disponibles : France
Suisse, 2014-2016 : services 21,9% ; industrie 22,5 %
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 10.4 : Part des entreprises innovantes, services



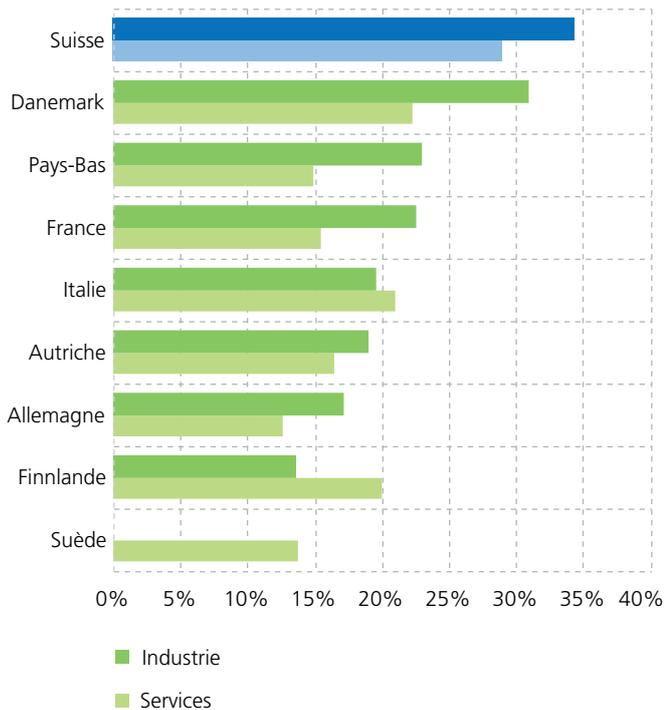
Innovations de produit et/ou de procédé
Données non disponibles : Japon, Corée, États-Unis, Chine
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 10.6 : Part des produits innovants au chiffre d'affaires des petites PME (10–49 employés), 2014



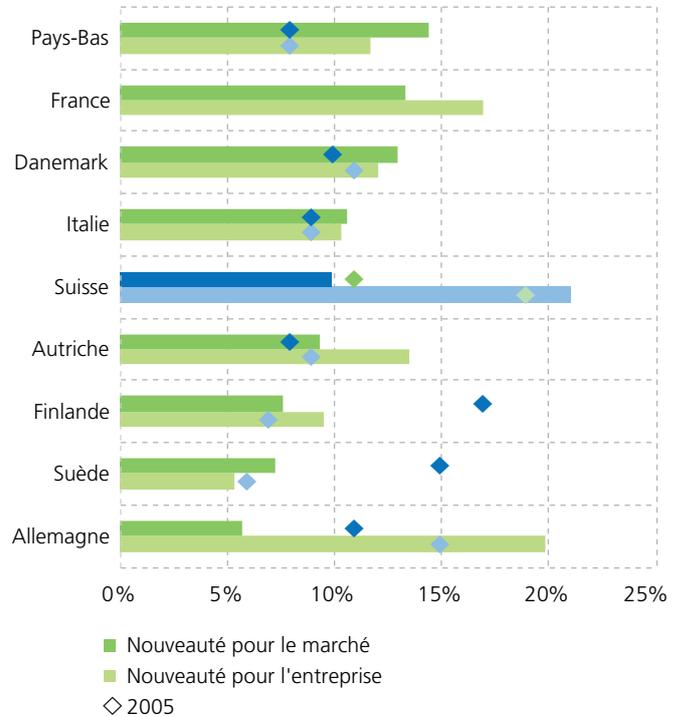
Les pourcentages portent sur les entreprises innovantes
Données non disponibles : Japon, Corée, Suède, Royaume-Uni, États-Unis, Chine
Suisse, 2014–2016 : services 32,7% ; industrie 30,5%
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 10.7 : Part des produits innovants au chiffre d'affaires des grandes PME (50–249 employés), 2014



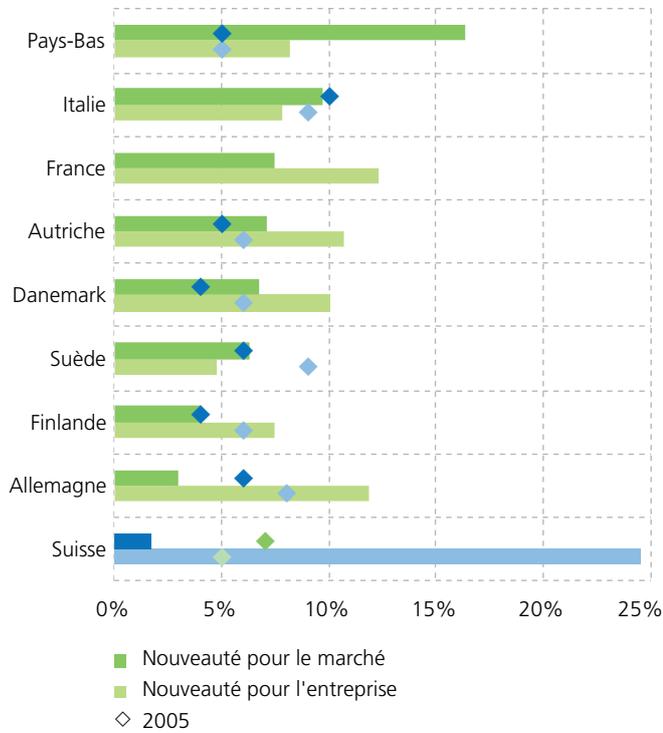
Les pourcentages portent sur les entreprises innovantes
Données non disponibles : Japon, Corée, Royaume-Uni, États-Unis, Chine
Données non disponibles pour l'industrie : Suède
Suisse, 2014–2016 : services 25,8% ; industrie 20,3%
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 10.8 : Part des produits innovants au chiffre d'affaires, selon qu'il s'agit d'une nouveauté pour le marché ou pour l'entreprise, industrie, 2014



Les pourcentages portent sur les entreprises innovantes
Exception à l'année de référence 2005 : Suisse : 2004
Données non disponibles : Japon, Corée, Royaume-Uni, États-Unis, Chine
Données 2005 non disponibles : France
Suisse, 2014–2016 : nouveauté pour le marché 7,5% ; nouveauté pour l'entreprise 14,9%
Source : Eurostat, KOF

Graphique B 10.9 : Part des produits innovants au chiffre d'affaires, selon qu'il s'agit d'une nouveauté pour le marché ou pour l'entreprise, services, 2014



Les pourcentages portent sur les entreprises innovantes
 Exception à l'année de référence 2005 : Suisse : 2004
 Données non disponibles : Japon, Corée, Royaume-Uni, États-Unis, Chine
 Données 2005 non disponibles : France
 Suisse, 2014–2016 : nouveauté pour le marché 1,0% ; nouveauté pour l'entreprise 20,8%
 Source : Eurostat, KOF

11 Performance économique

Une composante importante de la capacité d'innovation d'une économie réside dans sa faculté à aborder activement les nouvelles tendances du marché, à saisir le potentiel des transformations technologiques et à réagir aux modifications structurelles de la demande et de la concurrence. Cette capacité s'exprime notamment dans les mutations structurelles sectorielles, c'est-à-dire dans l'évolution de l'importance des diverses activités économiques. L'importance croissante des branches à forte intensité de recherche et d'innovation caractérise les économies les plus avancées.

En la matière, l'usage statistique international distingue deux groupes de branches : les secteurs industriels à forte intensité technologique (haute technologie et moyenne-haute technologie) et les prestations de services à haute intensité de savoir, parmi lesquelles on distingue les prestations orientées vers le marché et les prestations publiques et d'utilité publique telles que l'enseignement, la santé humaine et les arts, spectacles et activités récréatives.

11.1 Structure sectorielle

L'évolution des parts de chaque secteur ou domaine économique à la valeur ajoutée nationale montre la transformation structurelle d'un pays. Plus les parts des domaines très innovants (tels que les produits industriels de haute technologie et les services à forte composante de savoir) augmentent, plus une économie est orientée vers l'avenir.

En Suisse, la part de l'industrie à la valeur ajoutée nationale a progressé de 0,4 point de pourcentage entre 2000 et 2015 (tableau B 11.1). L'Allemagne est le seul autre pays à avoir enregistré une progression, de 0,2 point de pourcentage. Dans tous les autres pays de référence, la part de l'industrie dans la valeur

ajoutée est en recul. Celui-ci est particulièrement marqué en Finlande et en Suède. Si la contraction la plus forte est le fait des activités industrielles de faible technologie, la part des activités de haute technologie dans la valeur ajoutée s'est également fortement réduite dans de nombreux pays (en particulier en Finlande et en Suède). Avec l'Allemagne, le Danemark et l'Autriche, la Suisse est l'un des rares pays ayant vu sa part d'activités de haute technologie augmenter (de 15,0 % en 2000 à 17,9 % en 2015). Ce gain de productivité a permis à l'industrie suisse de légèrement étendre sa part à la valeur ajoutée, malgré le recul des activités de faible technologie.

La part des services à la valeur ajoutée a augmenté entre 2000 et 2015 dans toutes les économies étudiées. C'est en Suède, en Finlande, aux Pays-Bas, au Danemark, en Autriche, aux États-Unis et en France que la croissance a été la plus dynamique. Cette progression sensible de la création de valeur provient en majeure partie des services modernes. En Suisse, ceux-ci ont légèrement reculé, mais leur part n'en reste pas moins relativement élevée. Dans certains pays (p. ex. au Danemark, en Finlande et en Suède), l'amélioration très nette s'explique par un besoin de rattrapage.

Combinés, l'industrie de haute technologie et les services fondés sur la connaissance constituent le secteur à haute intensité de savoir (graphique B 11.2). En Suisse, la part de ce secteur est passée de 50,4 % en 2000 à 52,2 % en 2015, ce qui la place au troisième rang des pays étudiés ici, après les États-Unis et l'Allemagne. Ce résultat souligne à quel point l'économie suisse mise sur la connaissance. C'est au Danemark et en Autriche que la progression entre 2000 et 2015 a été la plus dynamique.

Définitions

Services modernes : banques / assurances, technologies de l'information, médias, télécommunications, services techniques (y compris R D) et non techniques aux entreprises

Services traditionnels : commerce de gros et de détail, hôtellerie-restauration, transports / logistique, immobilier / location, services aux particuliers

Industries à haute technologie : chimie, pharma, construction de machines, électrotechnique, électronique / instruments, technique médicale, véhicules, horlogerie

Industries à basse technologie : denrées alimentaires, textiles / habillement, bois, papier, imprimerie, matières synthétiques, minéraux et argiles, métallurgie, produits métalliques, réparation, autres industries, énergie, eau / environnement

Services à haute intensité de savoir : information et communication; activités financières et d'assurance; activités professionnelles, scientifiques et techniques

Source: KOF

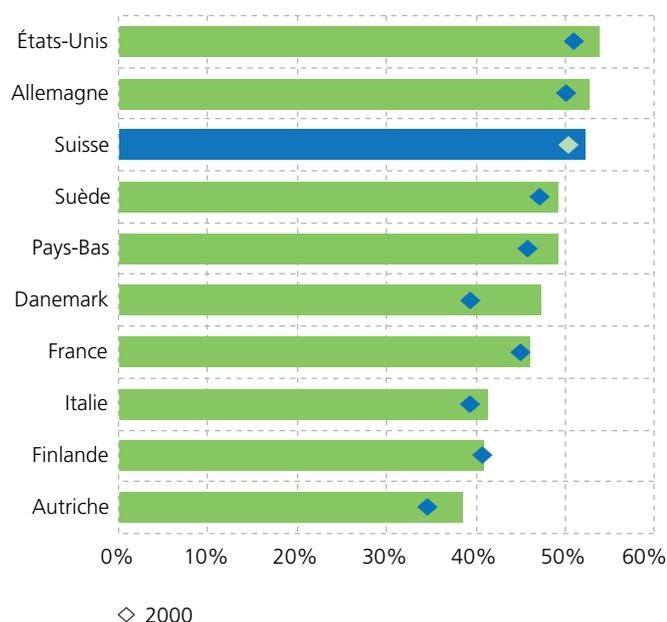
Tableau B 11.1: Part des secteurs à la valeur ajoutée nominale

in %	Suisse		Autriche		Danemark		Finlande		Allemagne	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015
Industrie	25,9%	26,3%	29,3%	27,2%	27,3%	23,8%	41,8%	28,8%	34,6%	34,8%
Faible technologie	10,9%	8,3%	17,1%	14,1%	14,1%	8,9%	21,5%	14,4%	14,2%	12,0%
Haute technologie	15,0%	17,9%	12,2%	13,0%	13,1%	14,9%	20,3%	14,5%	20,5%	22,9%
Énergie	4,0%	2,6%	4,9%	4,2%	4,3%	3,5%	3,2%	5,3%	3,8%	4,1%
Construction	6,8%	7,8%	10,8%	9,2%	9,1%	7,6%	9,3%	10,7%	7,7%	6,9%
Services	63,3%	63,4%	55,0%	59,5%	59,4%	65,1%	45,7%	55,2%	53,8%	54,1%
Traditionnels	27,9%	29,1%	32,6%	34,1%	33,1%	32,8%	25,3%	26,7%	24,1%	24,3%
Modernes	35,4%	34,3%	22,4%	25,4%	26,3%	32,3%	20,5%	28,5%	29,7%	29,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

in %	France		Italie		Pays-Bas		Suède		États-Unis	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015
Industrie	25,2%	19,4%	29,3%	25,5%	22,6%	18,0%	35,3%	23,6%	24,4%	20,4%
Faible technologie	14,1%	11,0%	17,4%	14,3%	12,5%	9,7%	15,4%	10,1%	11,0%	8,8%
Haute technologie	11,1%	8,3%	11,9%	11,2%	10,1%	8,3%	20,0%	13,5%	13,4%	11,7%
Énergie	4,1%	4,2%	3,3%	4,0%	2,6%	2,6%	3,8%	4,3%	3,1%	2,9%
Construction	7,9%	9,2%	7,2%	7,6%	8,0%	6,9%	7,2%	8,8%	7,3%	7,0%
Services	62,8%	67,2%	60,2%	62,8%	66,7%	72,5%	53,7%	63,3%	65,3%	69,7%
Traditionnels	28,9%	29,5%	32,7%	32,8%	31,0%	31,6%	26,5%	27,5%	27,7%	27,5%
Modernes	33,9%	37,7%	27,5%	30,1%	35,7%	40,9%	27,2%	35,8%	37,6%	42,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Données non disponibles : Japon, Corée, Royaume-Uni, Chine
Source : OCDE, OFS, calculs KOF

Graphique B 11.2 : Part du secteur à forte intensité de connaissances à la valeur ajoutée nominale, 2015



Données non disponibles : Japon, Corée, Royaume-Uni, Chine
Source : OCDE, OFS, calculs KOF

12 Technologies de l'information et de la communication

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) simplifient l'échange et l'utilisation d'informations et modifient ainsi les comportements économiques et sociaux. La pénétration de ces technologies dans la quasi-totalité des secteurs d'activité exerce une influence majeure sur le changement structurel en cours et sur la croissance économique. De plus, la confluence des nouvelles TIC habilitantes (digital enabling technologies) permet le développement d'innovations basées sur les données (data driven innovation). La transformation digitale se compose ainsi d'un écosystème de technologies toujours plus interdépendantes telles que l'internet des objets (IdO), l'infonuagique (Cloud Computing), l'analyse des données massives – des mégadonnées – (Big Data) ou encore l'intelligence artificielle (IA).

Les indicateurs présentés dans ce chapitre permettent d'examiner certains aspects de la transformation numérique de l'économie suisse en comparaison internationale.

12.1 Importance économique du secteur TIC

En Suisse,¹¹ la valeur ajoutée du secteur TIC contribue à approximativement 4,5 % de la valeur ajoutée totale (dont près de la moitié relève des services) (graphique B 12.1). La Suisse se situe donc à 0,9 point de pourcentage au-dessous de la moyenne de l'OCDE. En tête de liste viennent la Corée avec un taux de 10,3 % (où 70 % de la valeur ajoutée se concentre sur la production de biens TIC), la Suède à 7,3 % ainsi que la Finlande à 6,9 % (la valeur ajoutée de ces deux pays se concentrant également majoritairement sur les services TIC).

Au regard des exportations de services TIC, les Pays-Bas et les États-Unis sont leaders (les deux comptant chacun pour plus de 7 % du total des exportations mondiales) (graphique B 12.2). Alors que la Suisse importe pour plus de 11 milliards de francs suisses en biens TIC par année depuis plus de cinq ans,¹² le pays se place dans le top 10 des exportateurs de services TIC (avec 2,7 % du total des exportations de services TIC).¹³ Si l'on considère l'évolution entre 2008 à 2016, on constate que ce taux a augmenté de +0,6 point de pourcentage en Suisse. La Chine a quant à elle enregistré une croissance exceptionnelle de +2,8 points.

¹¹ Le secteur des TIC comprend les activités qui produisent des biens et services permettant la numérisation de l'économie, c'est-à-dire la transformation des informations utilisées en informations numériques, plus facilement manipulables, communicables, stockables, restituables, etc. Source : OFS.

¹² À noter que les données sur les importations de services TIC ne sont pas disponibles. Source : OFS.

¹³ Bien que ces deux pays ne figurent pas dans le panel, on notera que l'Irlande représente 14 % et l'Inde 11 % du total des exportations mondiales de services TIC.

A contrario, certains pays de la sélection, comme la France et le Royaume-Uni ont vu diminuer leur part au total des exportations mondiales de services TIC (resp. -1,3 et -1 points de pourcentage depuis 2008).

L'importance économique du secteur TIC peut également être mise en évidence par la proportion des emplois TIC dans l'économie. Avec une part des spécialistes TIC s'élevant à 5 % du total des personnes actives, la Suisse se positionne comme un pays à forte densité de personnes spécialisées dans ce domaine (graphique B 12.3). En comparaison internationale, la Suisse se place en troisième position des pays retenus, juste après la Finlande et la Suède.

12.2 Le secteur TIC, un moteur d'innovation

En permettant la diffusion rapide de l'information et le développement de réseaux d'échanges toujours plus intenses entre acteurs, la pénétration transversale des technologies numériques au sein de divers secteurs d'activité (recherche scientifique, santé, hôtellerie, transport, agriculture, secteur public etc.) a permis le déploiement de nouveaux processus de production de biens et de services. Ainsi, les TIC jouent désormais un rôle majeur dans les activités d'innovation et sont un réel moteur de croissance pour les économies actuelles.

Les investissements réalisés dans les biens et services TIC sont une prémisses importante de l'innovation numérique. En Suisse, ces investissements se sont élevés à 23 milliards de francs en 2016 – dont 73,3 % relevaient d'investissements réalisés en logiciels et bases de données (graphique B 12.4, axe principal). Les investissements en logiciels et bases de données ont connu une croissance très importante, triplant même depuis 1995 pour atteindre 16,8 milliards (à prix courants) en 2016 – soit un taux de croissance annuel moyen de 6,6 % depuis 1995 (graphique B 12.4, axe secondaire). En comparaison internationale, les données de l'OCDE de 2015 indiquent que la Suisse occupe la tête du classement avec des investissements dans les TIC s'élevant à 3,5 % du PIB. La Suisse est à quasi égalité avec la Suède et les Pays-Bas (graphique B 12.5).¹⁴ Seuls la France et les Pays-Bas investissent légèrement plus que la Suisse dans les logiciels.

En Suisse, les investissements en capital-risque dans le secteur TIC représentent quant à eux 31 % de l'ensemble des investissements en capital-risque (alors que 52,9 % de ces investissements sont réalisés dans le secteur des sciences de la vie). La Suisse occupe ainsi l'avant-dernière place des pays considérés, devant l'Italie. En Finlande, les investissements en capital-risque dans le secteur TIC

¹⁴ Bien qu'elle ne figure pas dans les pays de référence, seule la République tchèque fait mieux que la Suisse. Avec 3,8 %, elle se place au premier rang mondial.

constituent 62,4 % du total des investissements en capital-risque, au Danemark 54,6 % et aux États-Unis 53,6 % (graphique B 12.6).

Les dépenses intra-muros en recherche et développement des industries de l'équipement TIC et des services de l'information permettent également de confirmer le potentiel d'innovation du secteur. Dans la plupart des économies de l'OCDE, les dépenses de R-D des industries de l'information constituent environ 20 % du total des dépenses de R-D des entreprises (graphique B 12.7). En Corée, en Finlande et aux États-Unis, la part des dépenses intra-muros de R-D des industries de l'information représentent même entre 40 % et plus de 50 % du total des dépenses intra-muros de R-D des entreprises. En Suisse, ce taux s'élève à 17,6 %, tout comme en Allemagne. Parmi les pays comparés, seule l'Australie fait moins bien.

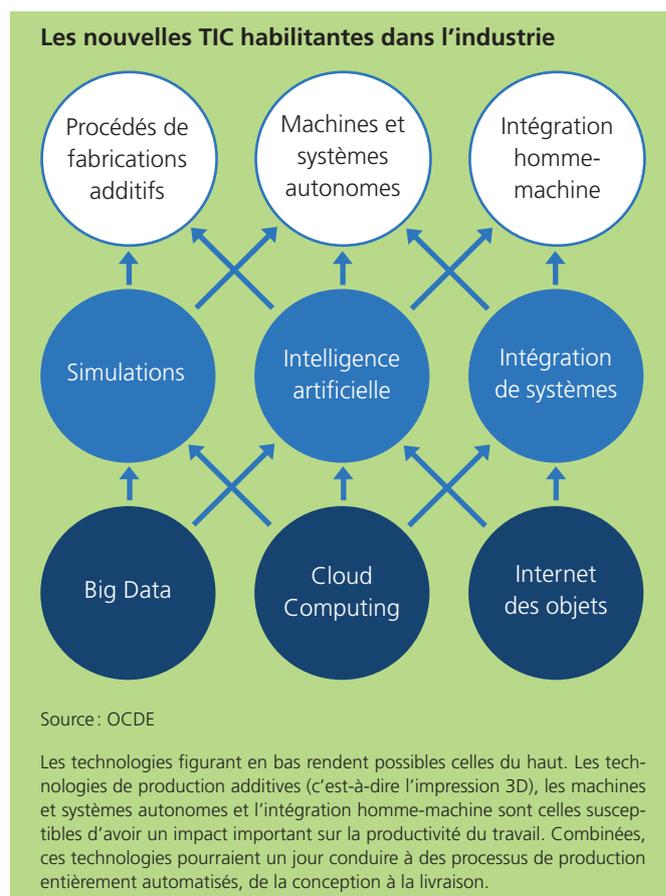
De 2012 à 2015, les demandes de brevets relatives aux TIC ont représenté plus d'un tiers de toutes les demandes de brevets parmi les pays membres de l'OCDE. La Chine, qui a pu au cours des dix dernières années accroître significativement ses demandes de brevets (+16,3 points de pourcentage en 10 ans), occupe la première place avec 60,1 % de ses brevets liés aux TIC (graphique B 12.8). Avec 15,1 % de brevets déposés dans le domaine TIC, la Suisse se place à l'avant-dernière place des pays comparés. Elle enregistre toutefois une progression de +1,5 points par rapport à la période 2002–2005, ce qui la place en sixième position en termes d'évolution. On soulignera que de nombreux pays ont, quant à eux, enregistré une évolution négative des dépôts de brevets relatifs au domaine TIC. C'est notamment le cas des Pays-Bas (–19,2 points par rapport à la période 2002–2005).¹⁵

La part des publications scientifiques suisses dans le domaine TIC atteint, en 2015, 0,7 % du total des publications dans le domaine TIC. La Chine (21 % des publications), les États-Unis (15,3 %), et la Corée (8 %) dominent largement (tableau B 12.9). En termes d'évolution, la Chine a remarquablement progressé entre les périodes 2007–2011 et 2011–2015 (+166 %), alors que les États-Unis et le Japon ont connu un recul. La Suisse se situe ici en cinquième position des pays comparés avec un taux d'évolution de +35 %.

12.3 Les nouvelles TIC habilitantes

L'interconnexion des nouvelles technologies numériques permet aujourd'hui la hausse exponentielle de collectes de données ainsi que des capacités de traitement et d'analyse de ces données en temps réel. La confluence de ces nouvelles technologies numériques permet le développement de processus de production et de gestion innovants, basés sur les données (data-driven innovation). Ceci amène un véritable changement de paradigme, qui entraîne

une automatisation parfois totale des modèles de gestion et de production. L'industrie 4.0 constitue un écosystème dans lequel les données d'une chaîne de montage ou de distribution peuvent être relevées par des capteurs communicants, stockées et gérées par des solutions en nuage et traitées statistiquement par l'analyse de données massives. Ces procédés interdépendants de production et de traitement de l'information permettent de générer cycliquement de la valeur. Ainsi, les données deviennent connaissance, source majeure de croissance pour l'économie d'un pays.¹⁶



Bien que ces technologies soient encore en phase de développement dans la majorité des secteurs, un premier regard sur la diffusion des TIC habilitantes dans l'économie nationale permet de relever la capacité future de la Suisse à saisir pleinement les potentiels de la transformation numérique en cours.

¹⁵ Une approche per capita de cet indicateur – tout comme les indicateurs sur les publications scientifiques dans le domaine des TIC et de l'IA – atténuerait la place dominante de certains pays (notamment la Chine) et améliorerait celle de la Suisse.

¹⁶ OCDE (2015) : Data-Driven Innovation. Paris : Organisation de coopération et de développement économiques.

L'Internet des objets

Alors que la croissance exponentielle de la génération et de l'échange de données a d'abord commencé sous l'impulsion des connexions mobiles à large bande et via la diffusion d'appareils mobiles (dont les applications relèvent nombre de données directes et indirectes), aujourd'hui l'Internet des objets (ou IdO) accélère la « datafication » du monde physique. Les modes de production, de distribution et de gestion sont fortement enclins à utiliser cette technologie permettant de relever des flux d'informations toujours plus denses. De plus, le potentiel de l'IdO réside notamment dans sa capacité à relever des données en temps réel. Ceci permet par exemple d'ajuster et affiner instantanément le fonctionnement d'un système ou encore d'optimiser des prises de décision – en automatisant même une certaine partie. Les domaines de la santé, de la sécurité, de l'énergie, de l'environnement, des transports ou encore de l'agriculture pourraient être largement touchés par l'application de cette technologie. L'IdO se fonde sur trois composantes technologiques majeures : i) des capteurs permettant de relever l'information choisie (p. ex. fluctuation de température dans un local de stockage, niveau d'un liquide dans un bassin, etc.), ii) une puce RFID permettant de reconnaître l'identité de l'objet connecté et iii) un système de communication « Machine to Machine » ou « M2M » (soit une carte SIM intégrée aux appareils afin de permettre la communication entre eux).

Les puces RFID

Les données de l'OCDE sur l'utilisation des systèmes « M2M » n'incluent pas la Suisse. Les puces RFID (Radio Frequency Identification ou système d'identification par radiofréquence) permettent de se faire une première idée de la pénétration de l'IdO dans le secteur privé.

Les puces RFID

Les puces RFID sont une technologie permettant la transmission sans contact d'informations par ondes radio. Les capteurs relevant l'information physique sont munis d'une puce RFID afin d'être identifiés de façon unique, d'être localisés et d'enregistrer les propriétés premières de l'objet sur lequel le capteur est placé (métadonnées). Par exemple, un colis placé dans un container peut être identifié, localisé, tracé, et les métadonnées préenregistrées permettront de définir les variations observées au cours de l'envoi de ce colis (p. ex. un changement de température dans le container ou encore un changement de lieu d'entreposage).

Les puces RFID augmentent ainsi la transparence et permettent la traçabilité. Au niveau international, la technologie RFID reste sous-exploitée dans nombre de secteurs. En Suisse, 5,7 % des entreprises comptant dix employés ou plus ont adopté cette technologie (graphique B 12.10). En Corée, 41,8 % des entreprises recourent à cette technologie, en Finlande 20,9 %, en Autriche 18,3 %. La Suisse se situe donc en dernière position des pays comparés à -0,1 point de pourcentage du Royaume-Uni et du Japon.

L'infonuagique

Cette technologie permet aux entreprises d'avoir accès via le web à des services informatiques combinables à la demande, ce qui augmente significativement leurs capacités informatiques. Les prestataires de services proposent trois types de prestations : des applications (Software as a Service, « SaaS »), des plateformes de développement et d'organisation (Platform as a Service, « PaaS ») ainsi que de la puissance informatique et des capacités de stockage de données (Infrastructure as a Service, « IaaS »).¹⁷ L'utilisation des solutions en nuage est particulièrement attractive pour les PME car elles ont ainsi des coûts informatiques flexibles. En Suisse, 34,7 % des grandes entreprises (250+ employés) recourent aux services de l'infonuagique, 28,3 % des moyennes entreprises (20–249 employés) et 22,2 % des petites entreprises. Au total, ce sont 23,4 % des entreprises helvétiques qui recourent aux services de l'infonuagique soit 33,5 points de pourcentage de moins qu'en Finlande, 24,8 points de moins qu'en Suède ou encore 21,2 points de moins qu'au Japon (graphique B 12.10). Quelques raisons expliquant cette faible adoption des solutions en nuage peuvent être trouvées dans les potentielles questions de confidentialité et de sécurité (également très discutées pour l'application de l'IdO), dans le manque de standard d'utilisation ainsi que dans les risques que l'entreprise soit bloquée (locked-in), c'est-à-dire qu'elle soit dans une situation où l'utilisation d'une application développée sur la plateforme d'un prestataire n'est pas utilisable dans un autre environnement.

L'analyse de données massives

L'analyse de données massives (Big Data analytics) permet d'extraire du savoir des données, a priori non structurées, en générant statistiquement des informations, en relevant des tendances, des corrélations, en testant des hypothèses ou encore en étudiant des relations inférentielles. Ces analyses servent in fine à relever un signal permettant la prise de décision basée sur une information empirique. L'usage de ces techniques s'est notamment répandu dans les entreprises grâce à la réduction des coûts de stockage et de traitement de données – et ce notamment grâce à l'infonuagique. Bien que des statistiques n'aient pas encore été relevées à ce propos en Suisse, un regard sur les données des pays comparés démontre la relative faible pénétration des techniques de l'analyse des mégadonnées dans le secteur privé. Avec 19,1 % des entreprises utilisant le Big Data, ce sont les Pays-Bas qui occupent la première place. Viennent ensuite le Royaume-Uni (15,4 %) et la Finlande (14,8 %). L'Allemagne et la Corée ferment la marche (resp. 5,7 % et 3,6 %) (graphique B 12.10).

L'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) décrit les nouveaux fonctionnements de machines pouvant exécuter des fonctions cognitives semblables à celles de l'homme (apprendre, comprendre, raisonner, interagir, etc.). Avec l'IA, les prises de décision fondées sur des données empiriques ne reposent plus sur l'humain. En effet, celui-ci atteint

¹⁷ Ces prestations du cloud sont à ne pas confondre avec les services basés sur l'Internet (Internet based services) tels que les réseaux sociaux, le e-commerce, le e-government ou encore les services du e-health.

ses limites lorsqu'il est confronté à la gestion et l'analyse d'un très grand nombre d'informations ou encore à la réalisation de tâches simultanées. La percée de l'IA a été rendue possible par le couplage entre l'IdO, le Cloud Computing, le Big Data, l'augmentation des puissances de calcul et d'autres avancées technologiques propres aux domaines d'applications (biologie, médecine, finance, production industrielle, etc.).

L'utilisation d'applications intelligentes capables d'apprendre de situations antérieures et de transmettre les résultats de leurs analyses à d'autres appareils et utilisateurs aura, potentiellement, une influence majeure sur la productivité du travail. Par l'exploration de ces données (Data Mining ou Knowledge Discovery in Data), l'algorithme d'un système IA peut trouver d'éventuelles tendances (patterns) et corrélations en comparant une situation donnée aux simulations et scénarios antécédents. Des décisions peuvent alors être prises automatiquement, instantanément, au moment du prélèvement des données par le robot muni de cette application, optimisant ainsi tout type de processus de production – ce que l'homme ne peut pas faire lorsque le volume de données est trop important.

Le Machine Learning (sous-domaine de l'IA) est déjà très présent dans les services web, comme les moteurs de recherche, dans les applications de reconnaissance et d'assistance vocale, d'identification faciale ou encore de traduction. Les secteurs de la manufacture, de l'automobile ou encore de la santé y recourent déjà progressivement. Les applications dans le secteur de la santé sont particulièrement prometteuses : un algorithme se nourrissant de données directes de patients (données physiologiques, caractéristiques pathologiques, traitement précédents, environnement social, etc.) pourrait, par analyses statistiques, définir et optimiser rapidement les soins les plus appropriés.

Il est toutefois important de souligner que l'utilisation de données et d'analyses ne sont pas sans limitations. Certaines applications peuvent mener à des résultats tronqués qui provoquent des prises de décisions erronées. Les questions de responsabilité, d'externalités négatives, d'impact sur tiers, de protection de données, d'éthique etc. doivent être abordées. Il est essentiel d'examiner les risques qu'engendrent ces prises de décision totalement automatisées et le rôle de l'intervention humaine dans ce type de procédé. Il en va également des risques liés à la qualité des données utilisées, à leur manipulation, au changement imprévu d'environnement de leur prélèvement, ou encore de la transparence des algorithmes utilisés.

Bien que les données mesurant la pénétration de l'IA dans les économies soient encore rares, un regard sur les produits de la R-D – les brevets – permet de comparer au niveau international l'avancée réalisée par les entreprises actives dans le domaine de l'IA. Le Japon, la Corée et les États-Unis se placent ici en première position avec respectivement 27,9 %, 17,5 % et 17,2 % du total mondial des brevets déposés dans le domaine de IA (graphique B 12.11). Avec 0,4 %, la Suisse figure à la onzième place.

12.4 Un défi pour la formation

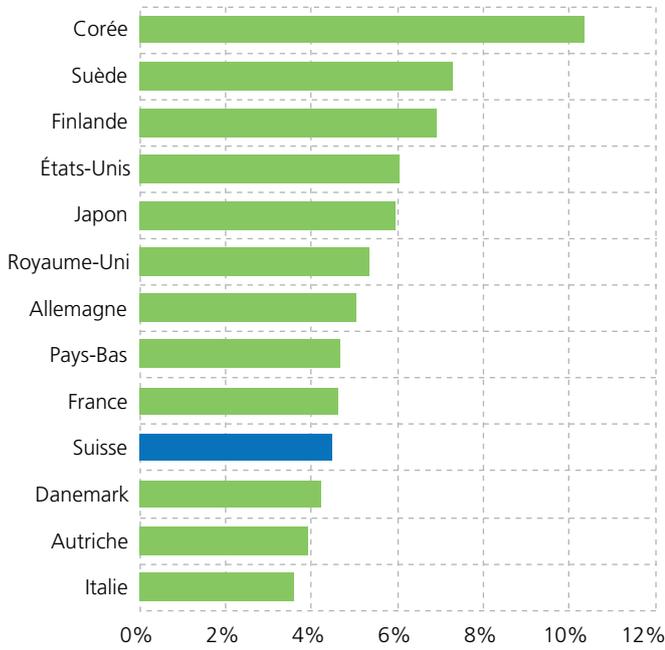
Le taux élevé de spécialistes du domaine TIC en Suisse (cf. graphique B 12.3) résulte principalement de la forte croissance des capacités de formation depuis la fin des années 1990. La formation professionnelle initiale joue un rôle de premier plan dans la progression du nombre de personnes formées dans le domaine TIC. Depuis 2009, les certificats fédéraux de capacité délivrés dans le domaine ont augmenté en moyenne de 8,3 % par année. En 2016, 2448 certificats fédéraux de capacité ont été attribués dans le domaine TIC contre 1495 en 2009 (+63,7 %). Les diplômés du domaine TIC ont fortement augmenté tant au sein des hautes écoles spécialisées (+60,7 % depuis 2009) qu'au sein des universités et EPF (+21,6 % depuis 2009). Du côté de la formation professionnelle supérieure, le taux de croissance est plus faible mais reste positif (+11,5 %). Au total, 5 696 personnes formées directement dans le domaine TIC ont été diplômées en 2016, soit une progression de 43 % depuis 2009 (graphique B 12.12).

Vu la pluridisciplinarité nécessaire au développement des TIC, il est pertinent de considérer non seulement les diplômés dans les TIC au sens strict, mais également les diplômés en sciences naturelles (incluant les domaines des mathématiques et de la statistique) et en ingénierie (incluant les domaines de la manufacture et de la construction).¹⁸ L'Allemagne figure largement en tête du classement avec 36,8 % de diplômés du niveau tertiaire dans les branches STIM.¹⁹ Les autres pays de la sélection se situent tous au-dessous de la barre des 30 % (graphique B 12.13). La Suisse figure juste au-dessus de la moyenne de l'OCDE (23 %) avec 24,5 % de diplômés dans ces domaines. Les États-Unis (17,4 %) et les Pays-Bas (15,1 %) ferment la marche. À noter que la Suisse est le pays comptant la plus faible proportion de femmes diplômées dans les domaines STIM (23 %). C'est au Royaume-Uni que la proportion est la plus élevée (38 %).

¹⁸ Source : International Standard Classification of Education. Pour les autres niveaux d'éducation, on ne dispose pas de données permettant une comparaison internationale fiable.

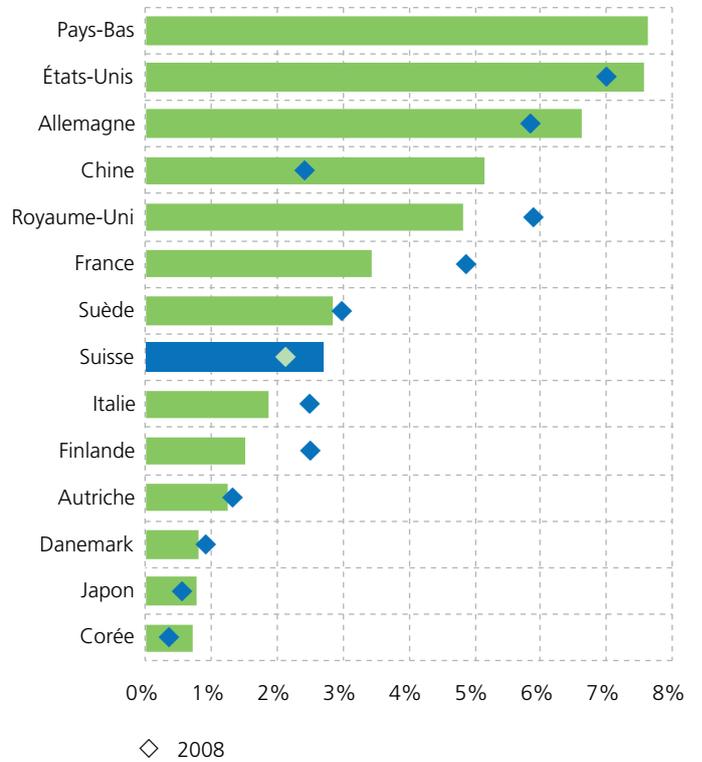
¹⁹ « STIM » pour Science, Technologie, Ingénierie et Mathématique.

Graphique B 12.1 : Valeur ajoutée du secteur TIC en pourcentage de la valeur ajoutée totale à prix courants, 2015



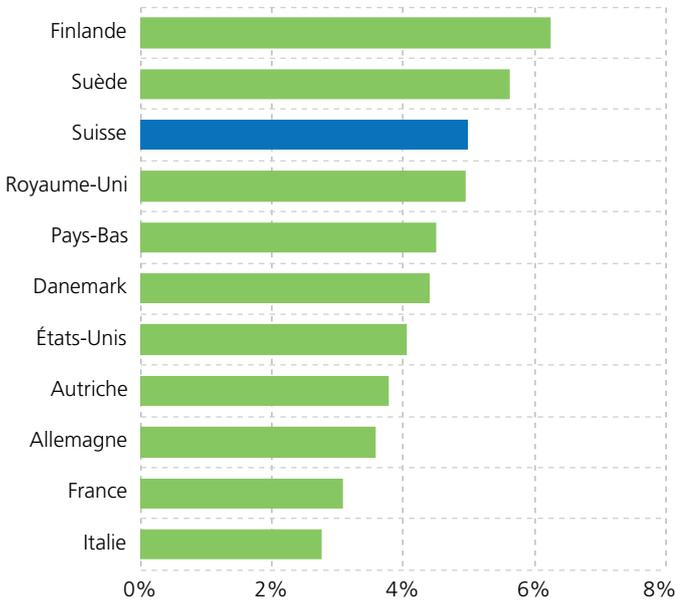
Exceptions à l'année de référence 2015 : Corée : 2013 ; Allemagne, Suisse : 2014
 Données non disponibles : Chine
 Source : OCDE

Graphique B 12.2 : Principaux exportateurs de services TIC en pourcentage du total des exportations mondiales, 2016



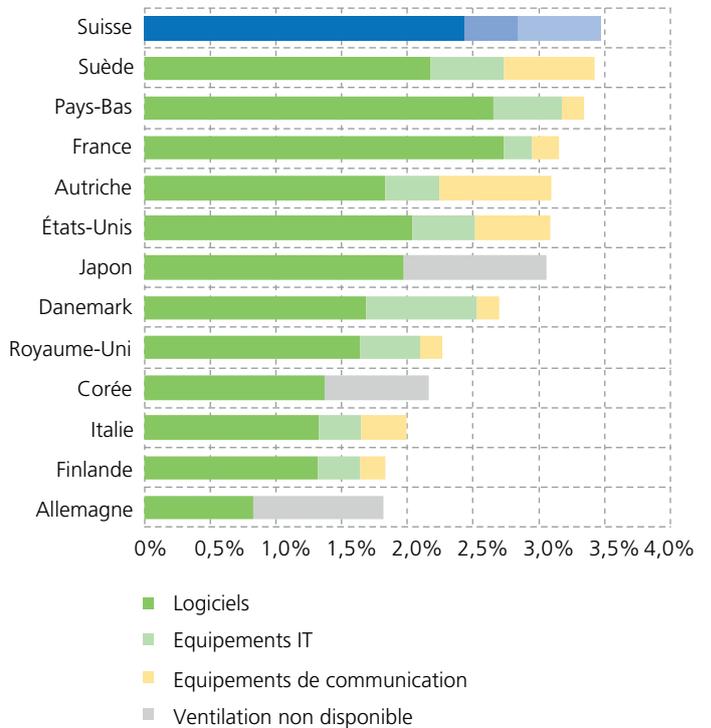
Données 2008 non disponibles : Pays-Bas
 Source : OCDE

Graphique B 12.3 : Part des spécialistes TIC en pourcentage du total de l'emploi, 2016



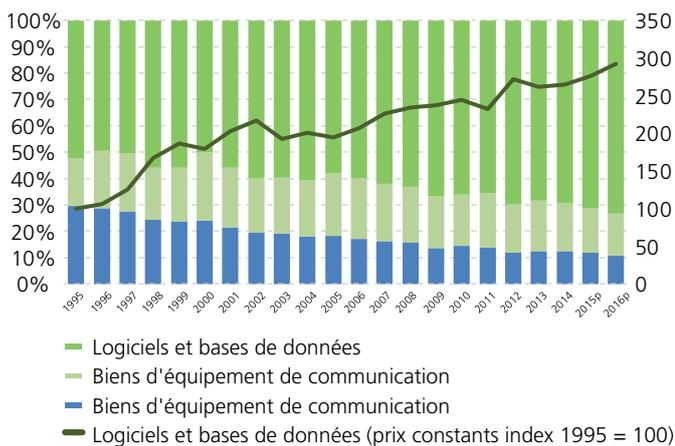
Données non disponibles : Japon, Corée, Chine
Source : OFS

Graphique B 12.5 : Investissements dans les TIC en pourcentage du PIB, par immobilisation, 2015



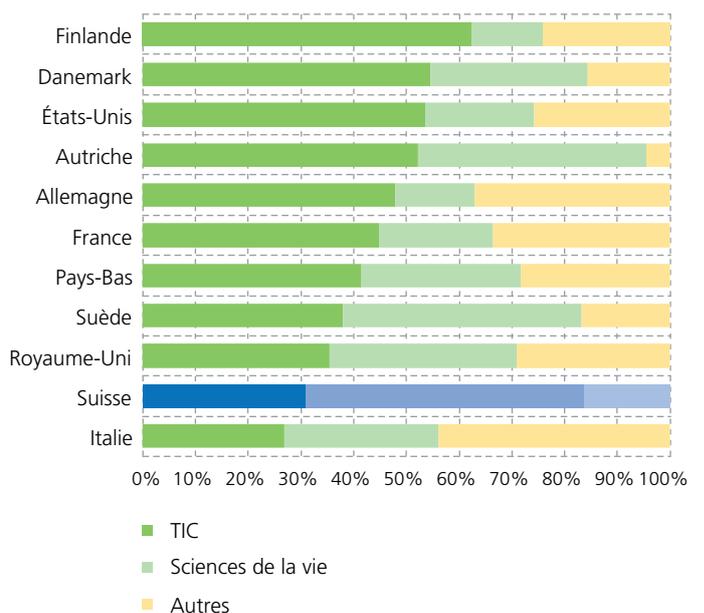
Données non disponibles : Chine
Source : OCDE

Graphique B 12.4 : Evolution des investissements TIC en Suisse, 1995–2016



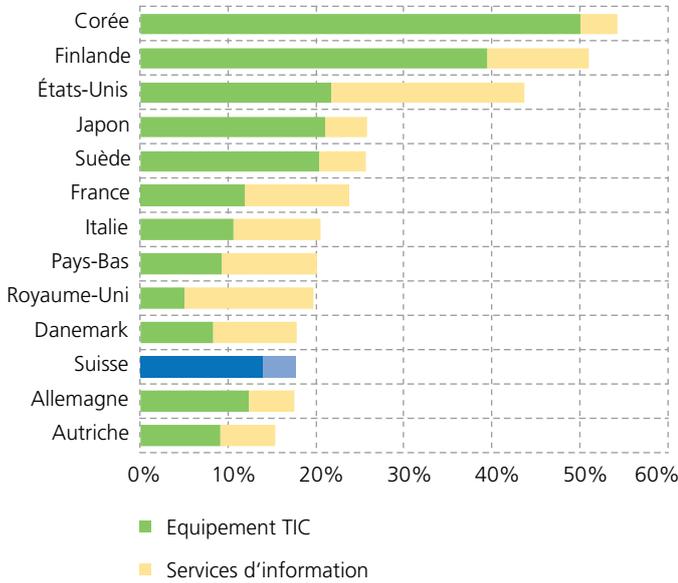
Axe principal : en pourcentage du total des investissements réalisés dans les TIC
Axe secondaire : évolution des investissements en logiciels et bases de données à prix constants, index 1995=100
Les valeurs pour les années 2015 et 2016 sont provisoires
Source : OFS

Graphique B 12.6 : Investissements en capital-risque par secteur en pourcentage du total des investissements en capital-risque, 2016



Données non disponibles : Japon, Corée, Chine
Source : OCDE

Graphique B 12.7 : Dépenses de R-D des industries de l'équipement et des services TIC en pourcentage du total des dépenses de R-D des entreprises, 2015



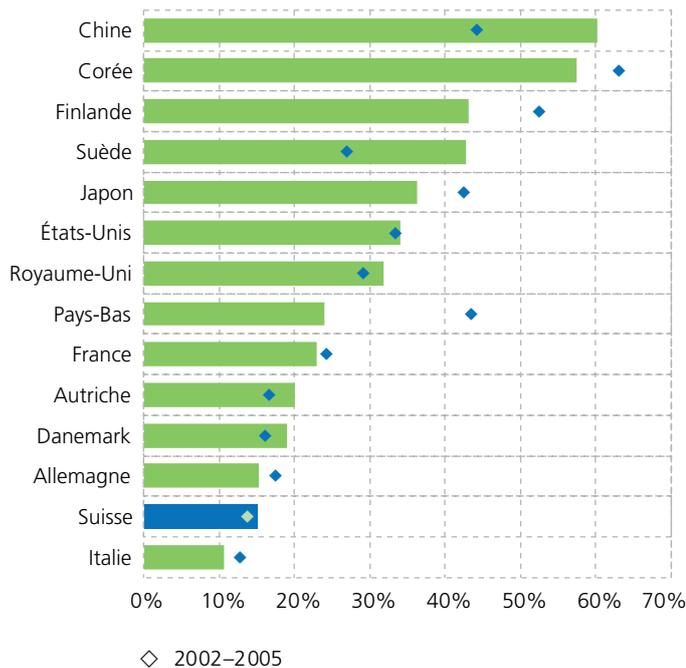
Exceptions à l'année de référence 2015 : Autriche, France, Suède : 2013 ; Danemark, Finlande, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni, États-Unis : 2014
Données non disponibles : Chine
Source : OCDE

Tableau B 12.9 : Part des publications TIC, 2011–2015

	en %	Taux de croissance depuis 2007–2011
Chine	21,0	+166
États-Unis	15,3	-2
Corée	8,0	+29
Japon	4,4	-22
Royaume-Uni	3,3	+34
France	3,3	+20
Italie	2,8	+26
Allemagne	2,5	+12
Suède	0,9	+68
Finlande	0,8	+52
Pays-Bas	0,7	+9
Suisse	0,7	+35
Autriche	0,4	+40
Danemark	0,3	+16

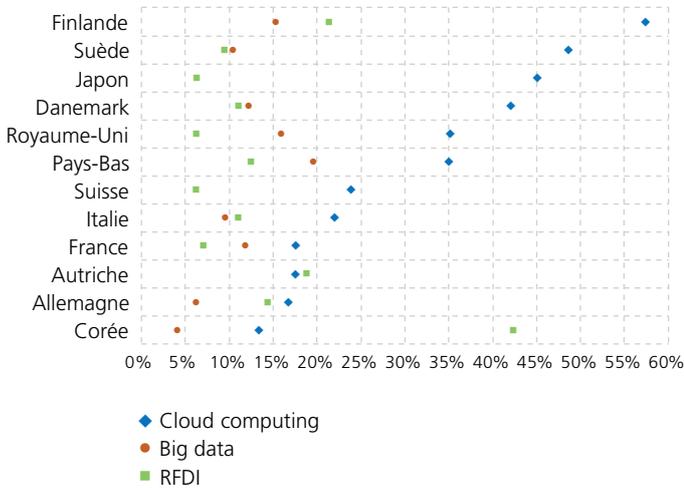
En pourcentage du total mondial des publications TIC
Classe: Information Technology & Communications Systems
Source : Clarivate

Graphique B 12.8 : Brevets dans le domaine TIC en pourcentage de l'ensemble des brevets d'un pays, 2012–2015



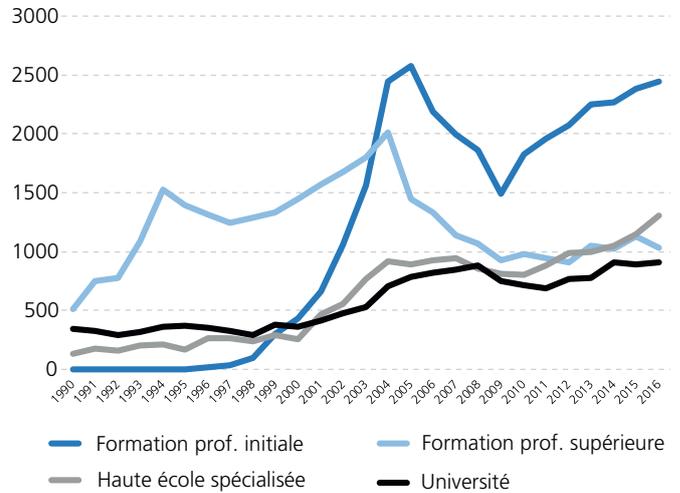
Source : OCDE

Graphique B 12.10 : Diffusion des récentes technologies TIC dans les entreprises, 2016



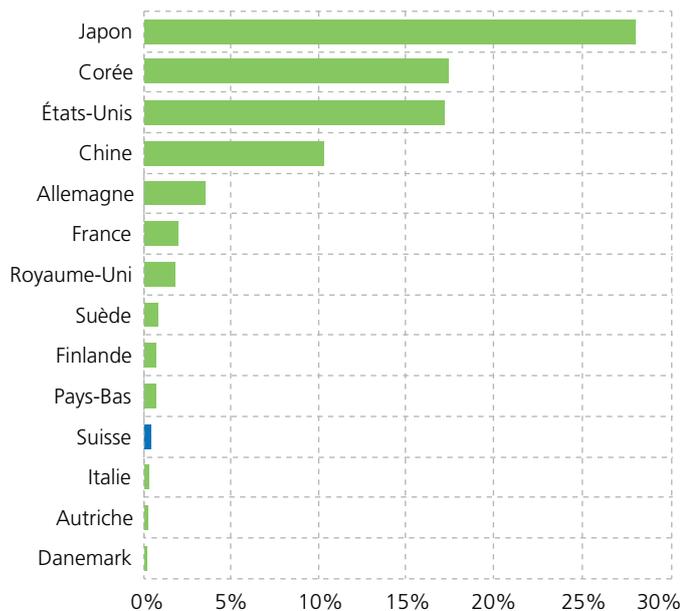
En pourcentage des entreprises occupant dix personnes ou plus
 Pour la Suisse, les données se réfèrent aux entreprises comptant cinq salariés ou plus au lieu de dix salariés ou plus
 Exceptions à l'année de référence 2016 : Japon, Corée, Suisse : 2015
 Données non disponibles : États-Unis, Chine
 Source : OCDE

Graphique B 12.12 : Évolution du nombre de diplômés du domaine TIC en Suisse, par type de formation, 1990–2016



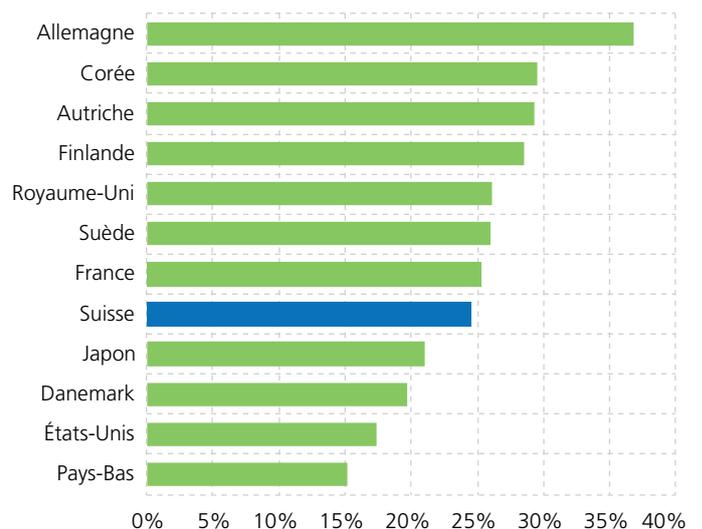
Source : OFS

Graphique B 12.11 : Brevets dans le domaine de l'IA en pourcentage du total mondial des brevets dans ce domaine, 2010–2015



Source : OCDE

Graphique B 12.13 : Diplômés du degré tertiaire en sciences naturelles, ingénierie et TIC en pourcentage des diplômés du degré tertiaire, 2015



Données non disponibles: Italie, Chine
 Source : OCDE

13 La Suisse comparée aux régions-phares de l'innovation²⁰

Ce chapitre compare les performances de la Suisse en matière d'innovation à celles d'une série de « régions-phares de l'innovation » en Amérique du Nord, en Asie orientale et en Europe (voir illustration B 13.0). Pour évaluer la position internationale de la recherche et de l'innovation suisses, une comparaison au niveau des pays n'a qu'une pertinence limitée en raison de leurs grandes différences de taille et de structure. La recherche et l'innovation se concentrent en effet souvent sur un nombre relativement restreint de régions au sein d'un pays. Pour une économie de petite taille et fortement spécialisée telle que la Suisse, une comparaison avec des régions fortement orientées vers la recherche et l'innovation est plus parlante.

Par rapport à l'édition 2016, la présente analyse englobe davantage de régions situées hors d'Europe. Ainsi, outre les cinq régions européennes déjà retenues dans le rapport 2016, six régions nord-américaines et neuf régions d'Asie orientale sont prises en considération.

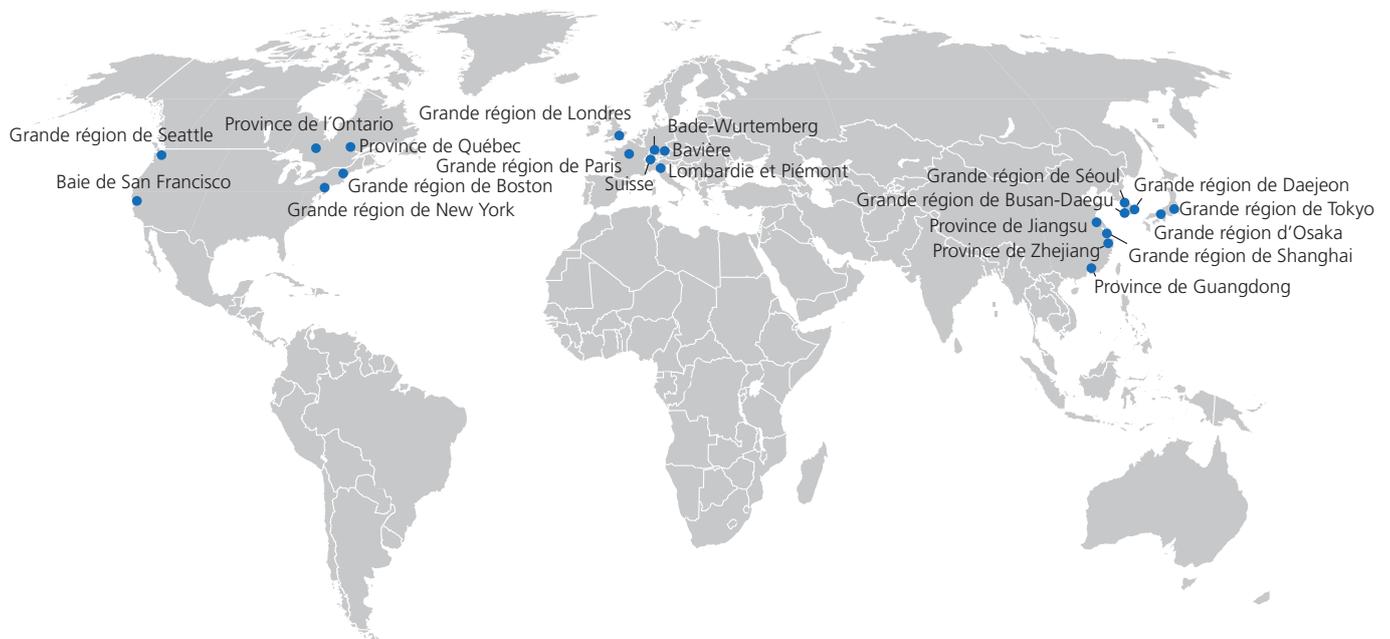
La position de la Suisse est analysée selon quatre groupes d'indicateurs correspondant pour l'essentiel aux indicateurs présentés dans les chapitres précédents :²¹

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

²⁰ Ce chapitre a été rédigé par C. Rammer et M. Trunschke du Centre de recherche économique européenne (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW), Mannheim (D). Les résultats détaillés et les éléments méthodologiques figurent dans l'étude « Recherche et innovation : la Suisse comparée à d'autres régions d'innovation », C. Rammer et M. Trunschke (2018), mandatée par le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation. Berne : SEFRI.

²¹ Il convient toutefois de relever que, les sources utilisées étant différentes, les résultats présentés ici divergent parfois des résultats présentés dans les chapitres précédents.

Illustration B 13.0: Régions de référence



Source : SEFRI

13.1 Dépenses de recherche et développement

Dans la comparaison entre États, la Suisse fait partie des pays dont les dépenses de R-D rapportées au PIB sont les plus élevées. La part de ses dépenses totales de R-D (entreprises privées et secteur public) s'élevait à 3,37 % du PIB en 2015. Seuls la Corée et Israël présentent une part plus élevée (voir aussi chapitre 4.1).

Mais si l'on compare la Suisse aux 20 régions d'innovation de référence, elle n'arrive qu'en onzième position (graphique B 13.1). La part la plus élevée est observée dans la baie de San Francisco aux États-Unis (9,9 %), suivie des grandes régions de Tokyo, Séoul, Seattle et Daejeon. Le Bade-Wurtemberg et la grande région de Boston ont aussi des dépenses de R-D nettement plus élevées que la Suisse par rapport à leur performance économique. La région de Busan-Daegu en Corée, la grande région de Shanghai en Chine et la grande région d'Osaka au Japon figurent également devant la Suisse. Enfin, la plupart des régions européennes considérées dans l'étude, ainsi que les trois régions chinoises, les deux provinces canadiennes et la grande région de New York se classent derrière la Suisse.

Une comparaison des valeurs obtenues dans les régions d'innovation à la plus forte intensité de R-D au monde avec celles des États auxquels elles appartiennent montre de très grandes différences. La part des dépenses de R-D est ainsi trois fois plus élevée dans la baie de San Francisco qu'en moyenne aux États-Unis ; de même, celle de la grande région de Tokyo est plus de deux fois supérieure à celle de l'archipel japonais dans son ensemble. La part des dépenses de R-D de la grande région de Séoul est supérieure de 40 % à celle de la Corée et celle de Shanghai, de 70 % à la moyenne chinoise. En Europe aussi, plusieurs régions d'innovation se détachent nettement de la moyenne nationale, à l'exemple du Bade-Wurtemberg, qui dépasse de 70 % la moyenne allemande. Cela signifie que les activités de R-D des grandes économies à forte intensité de R-D sont fortement concentrées sur le plan géographique.

La plupart des régions d'innovation où l'intensité de R-D est forte se caractérisent par des dépenses de R-D très élevées dans les entreprises. Dans la baie de San Francisco, en Californie, les dépenses de R-D des entreprises s'élèvent à 8,7 % du PIB et représentent une valeur extrême. Séoul, Tokyo et Seattle arrivent à près de 5 % ; dans le Bade-Wurtemberg, les dépenses de R-D des entreprises se montent à 4 % de la performance économique de la région. Ces valeurs s'expliquent par la présence dans ces régions des principaux laboratoires de R-D de nombreuses multinationales. Comparée à ces régions, la Suisse est nettement en retrait, les dépenses de R-D des entreprises s'y élevant à 2,4 %.

Si l'on considère les dépenses de R-D dans la science (hautes écoles et État) et qu'on les rapporte au PIB, la Suisse se classe dans la première moitié des régions d'innovation avec une valeur de 0,93 %. Avec, 2,36 %, la région de Daejeon présente de loin la valeur la plus élevée. Tokyo, Shanghai et la baie de San Francisco devançant également nettement la Suisse. Dans la grande région

de Boston et dans les deux provinces canadiennes, les dépenses de R-D de la science rapportées au PIB régional sont aussi plus élevées qu'en Suisse.

La part de l'ensemble des dépenses de R-D de la Suisse a évolué de manière très dynamique entre 2008 et 2015. Elle a crû de 0,66 point de pourcentage ; tant les dépenses de R-D des entreprises (+0,40 point de pourcentage) que celles de la science (+0,25 point de pourcentage) ont augmenté dans des proportions supérieures à la croissance économique. Comparée aux autres régions d'innovation, cette dynamique peut être qualifiée de forte. Seule la grande région de Séoul présente une augmentation sensiblement plus rapide que la Suisse, la hausse y étant de 1,7 points de pourcentage. Une croissance de la part des dépenses de R-D un peu plus élevée qu'en Suisse est par ailleurs observable dans la baie de San Francisco (+1,0 point de pourcentage), au Bade-Wurtemberg (+0,77) et dans la grande région de Shanghai (+0,75).

13.2 Publications scientifiques

Le nombre de publications scientifiques dans des revues spécialisées internationales est un indicateur de la productivité des activités de recherche dans la science (voir aussi chapitre 7). Comme de nombreuses publications sont rédigées par plusieurs auteurs et que ces derniers n'exercent pas nécessairement leur activité dans la même région, toute publication est attribuée à chacune des régions où l'on trouve l'un de ses auteurs (« whole counting ») ; autrement dit les publications sont généralement comptées plusieurs fois. Selon ce mode de comptabilisation, la Suisse devance les autres régions européennes ainsi que toutes les régions d'Asie orientale avec 4,8 publications pour 1000 habitants. En revanche, l'écart qui la sépare de la région de Boston aux États-Unis, en tête de ce classement, est considérable. La baie de San Francisco affiche elle aussi une valeur plus de deux fois supérieure à la Suisse.

Si l'on rapporte le nombre de publications scientifiques au nombre de chercheurs actifs dans le secteur « 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 atteint une intensité de publication de 2,2 publications par an et par chercheur. C'est la deuxième valeur la plus élevée en comparaison européenne, derrière la Lombardie / Piémont (2,3) (graphique B 13.2). Toutefois, trois régions des États-Unis devançant la Suisse (New York, Boston et la baie de San Francisco) ; deux d'entre elles, New York (3,8) et Boston (3,5), ont une avance considérable. Les régions de l'Ontario, de Seattle, de la Bavière et de Québec affichent aussi des valeurs élevées et comptent toutes plus de 1,8 publication par chercheur. Les régions d'Asie orientale (à l'exception de Séoul) présentent quant à elles des intensités de publication beaucoup plus faibles. En Europe, les deux régions allemandes sont nettement surclassées par la Suisse, de même que les grandes régions de Paris et Londres, cette dernière incluant Cambridge et Oxford.

Outre le nombre de publications, leur qualité est aussi un puissant indicateur pour apprécier la performance de la science. Elle se mesure notamment au nombre de citations par publication et au taux de citation dans la discipline scientifique spécifique (qui tient compte des différences dans la fréquence de citation entre disciplines). Ici, la Suisse occupe une position de pointe. Avec 5 citations par publication au cours des trois ans qui suivent la parution, elle affiche la troisième valeur la plus élevée parmi les régions d'innovation considérées. Boston et la baie de San Francisco occupent les deux places de tête. En ce qui concerne le taux de citation dans le champ spécifique, seules ces deux régions, suivies de Seattle et de la grande région de Londres, devancent la Suisse.

13.3 Demandes de brevets

Le nombre de demandes de brevets est un indicateur de la productivité de la recherche appliquée et développement (Ra-D), telle que pratiquée avant tout par les entreprises. La comparaison entre régions est effectuée ici à partir des chiffres relatifs aux demandes de brevets déposées auprès des offices internationaux de brevets (à l'Office européen des brevets ainsi qu'à l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle dans le cadre de la procédure PCT). Un comptage de toutes les demandes de brevets partout dans le monde est en revanche peu pertinent, étant donné les différentes législations en matière de brevetage sur lesquelles s'appuient les offices nationaux. Les demandes de brevets internationales présentent l'inconvénient de ne pas comptabiliser les inventions qui sont utilisées uniquement sur un marché national ou uniquement sur quelques marchés internationaux (puisque celles-ci ne conduisent généralement pas à une demande internationale). Cette façon de compter défavorise surtout les régions qui disposent d'un grand marché national, notamment les États-Unis ou encore la Chine. 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 2014 ont pu être prises en compte dans la comparaison.

Avec une intensité de brevets de 0,76 par 1000 habitants (demandes de brevets par an durant la période 2008–2014), la Suisse se classe juste derrière la grande région de Tokyo (0,80) et devant toutes les autres régions d'innovation (graphique B 13.3). L'une des raisons pour lesquelles l'intensité de brevets est si élevée en Suisse tient notamment à sa forte présence dans le domaine pharmaceutique, où les brevets sont monnaie courante.

L'image est assez différente lorsque le nombre de demandes de brevets est mis en relation avec les dépenses de R-D des entreprises (à parités de pouvoir d'achat, après conversion des monnaies nationales). La Suisse arrive en première position, suivie de la Bavière, de Paris, d'Osaka et de Séoul. La région chinoise du Guangdong et l'Ontario au Canada présentent également un nombre élevé de demandes de brevets par rapport aux dépenses de R-D des entreprises. La grande région de Tokyo ainsi que les régions des États-Unis font nettement moins bien pour cet indicateur. Une

raison importante de cette différence tient d'une part aux dépenses, fortement variables selon la branche, qui sont nécessaires pour mettre au point une invention brevetable. D'autre part s'y ajoute le fait que les résultats de R-D dans le domaine des logiciels et des services IT ne peuvent être brevetés que de manière très limitée. C'est la raison pour laquelle les régions spécialisées dans ces branches (comme celle de la baie de San Francisco et de Seattle) affichent un rapport particulièrement défavorable entre le nombre de demandes de brevets et les dépenses de R-D des entreprises.

Une comparaison des années 2008 et 2014 montre que l'intensité de brevets en Suisse n'a pratiquement pas changé (nombre de demandes de brevets internationales par habitant). Dans plusieurs régions d'innovation européennes, l'intensité de brevets a fortement diminué (Bade-Wurtemberg, Lombardie / Piémont, Londres). Une tendance à la baisse est aussi observable à New York et dans l'Ontario. Séoul, Seattle, Tokyo, le Guangdong et Osaka enregistrent pour leur part de fortes hausses. Il faut noter que l'évolution du nombre de demandes de brevets internationales n'est pas seulement influencée par l'activité d'innovation mais aussi par l'attractivité des marchés. En effet, les entreprises ne déposent une demande de brevets par la voie onéreuse des offices internationaux que lorsqu'elles visent une commercialisation mondiale (procédure PCT) ou une commercialisation de la technologie en Europe (dépôt OEB).

13.4 Activités d'innovation des entreprises

De nombreux pays mènent des enquêtes sur l'innovation afin de mesurer les activités d'innovation des entreprises. De telles données ne sont toutefois pas disponibles pour toutes les régions d'innovation. Ainsi, les régions des États-Unis ne peuvent être prises en compte dans cette analyse. Pour ce qui est des régions canadiennes, les valeurs n'existent que pour un nombre insuffisant d'indicateurs, qui en outre ne se fondent pas sur des définitions et des méthodes d'enquête identiques et ne sont donc que partiellement comparables. Compte tenu de ces restrictions méthodologiques, l'image qui se dégage est que les entreprises suisses sont fortement orientées vers l'innovation, non seulement en comparaison avec les autres pays, mais aussi avec les régions-phares de l'innovation. La part d'innovateurs de produit parmi les entreprises, qui s'élevait à 42 % en 2014, est plus élevée en Suisse que dans toutes les régions de référence (graphique B 13.4).²² Les deux régions allemandes atteignent à peu près le niveau de la Suisse.

Parmi les régions non européennes, l'Ontario affiche la valeur la plus élevée (36 %). Des parts relativement élevées d'innovateurs de produit sont également observées au Québec et dans la province de Zhejiang. Leurs valeurs sont assez proches de celles des régions européennes. Dans les régions japonaises et coréennes par contre,

²² Les données présentées ici se rapportent au segment d'entreprises saisi par l'enquête CIS, soit les entreprises de 10 employés ou plus des industries de production (branches économiques 5 à 39) et une sélection du secteur des services (branches économiques 46, 49 à 53, 58 à 66, 71 à 73).

la part des innovateurs de produit, qui se situe entre 15 et 19 %, est nettement inférieure à celle de la Suisse. Il faut cependant tenir compte du fait que cet indicateur est fortement déterminé par le comportement des petites entreprises étant donné que ces dernières constituent la plus grande partie des entreprises. Or, au Japon et en Corée, la disposition à innover des petites et moyennes entreprises est traditionnellement faible.

En revanche, la Suisse n'est pas en tête en ce qui concerne la part des entreprises ayant réalisé des innovations de procédé. Ici, l'Ontario devance le Bade-Wurtemberg et le Québec. La part des innovateurs de procédé en Lombardie / Piémont, dans la grande région de Paris et au Zhejiang est semblable ou légèrement supérieure à celle de la Suisse. Ce résultat est d'autant plus digne d'attention que les innovations de procédé visent souvent des réductions de coûts, ce qui s'avère crucial lorsque les entreprises font face à des coûts élevés liés à leur lieu d'implantation et sont soumises à la concurrence internationale. C'est le cas pour de nombreuses entreprises implantées en Suisse. Toutefois, un grand nombre d'entre elles parviennent à assurer leur compétitivité par d'autres stratégies. L'une de celles-ci consiste par exemple à commercialiser des nouveautés afin de disposer d'un produit aux caractéristiques uniques sur le marché, ce qui permet une certaine marge de manœuvre dans la fixation du prix. En Suisse, la part des entreprises qui s'appuient sur cette stratégie était de 14 % en 2014 ; seuls la grande région de Paris et le Bade-Wurtemberg se classent devant la Suisse pour cet indicateur.

Une autre stratégie des entreprises consiste à accorder la priorité aux innovations fondées sur leurs propres développements technologiques, ce qui permet de se démarquer fortement de la concurrence. La part des entreprises ayant des activités internes de R-D est un indicateur de l'utilisation de cette stratégie. En 2014, 26 % des entreprises suisses menaient de telles activités, dont 17 % sur une base continue. Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles du Bade-Wurtemberg et de la grande région de Paris, et similaires à celles de la Bavière. Dans les régions coréennes de Séoul et Daejeon, une part plus élevée des entreprises effectue continuellement de la R-D. Dans les régions chinoises de Jiangsu et Zhejiang, la part des entreprises effectuant de la recherche en interne est à peu près semblable à celle de la Suisse. Il n'y a que dans les régions japonaises que les entreprises recourent bien plus rarement à une stratégie d'innovation orientée vers la R-D.

La mise en œuvre de coopérations de R-D avec des tiers est un autre indicateur. Ce type de coopérations est relevé auprès de 9 % des entreprises suisses. Dans la plupart des autres régions, il est nettement plus répandu, mais il englobe souvent aussi des coopérations en matière d'innovation qui ne relèvent pas du domaine R-D (notamment dans le design ou la commercialisation de nouveaux produits). Les régions où la part des entreprises impliquées dans des coopérations est la plus importante sont les régions chinoises de Jiangsu et Zhejiang où elle atteint 28 % ; viennent ensuite les deux autres régions chinoises, les régions canadiennes et japonaises ainsi que la grande région de Londres où des parts de 15 % ou plus sont observées. Si l'on ne considère que les coopérations avec la

science (hautes écoles et instituts de recherche), les entreprises suisses comblent partiellement leur retard dans leur ouverture aux coopérations. Parmi elles, 5 % mènent des coopérations avec des hautes écoles. Avec 9 %, le Bade-Wurtemberg et Jiangsu présentent la valeur la plus élevée.

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

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. D'autre part, la recherche et l'innovation ont une importance cruciale dans ces branches, où le succès des innovations génère un fort gain de compétitivité. L'industrie à forte intensité de recherche comprend les branches de haute technologie, qui se caractérisent par des dépenses de R-D très élevées rapportées à la valeur ajoutée, ainsi que les branches de moyenne technologie, dont les dépenses de R-D rapportées à la valeur ajoutée sont supérieures à la moyenne.²³ Les services à forte intensité de savoir se caractérisent par une part élevée de collaborateurs hautement qualifiés au sein du personnel. On distingue les services orientés en premier lieu vers le marché des services publics et d'intérêt général (formation, santé, arts).

En 2015, un peu plus de 22 % des personnes actives en Suisse étaient occupées dans des branches à forte intensité de recherche et de savoir (services publics et d'intérêt général exclus). Cette part est inférieure à celle des autres régions d'innovation européennes et se situe également en deçà de la valeur de la baie de San Francisco et de la grande région de Seattle (graphique B 13.5). En comparaison avec la Suisse, les deux régions japonaises ont également enregistré des valeurs plus élevées une fois que le domaine des services financiers, pour lequel les données d'emploi ne sont pas disponibles, a été inclus dans le calcul. Une part d'emploi plus faible dans les branches à forte intensité de recherche et de savoir est observée dans les régions canadiennes et coréennes.

La part de l'emploi dans la haute technologie s'élève en Suisse à 2,5 %, soit un niveau similaire à celui qui est observé dans les deux régions allemandes, mais inférieur à celui des grandes régions d'Osaka, de Seattle, de Tokyo, de Daejeon et de Séoul. Dans ces dernières régions, c'est principalement la fabrication de matériel informatique et, dans le cas de Seattle, la construction aéronautique et spatiale qui expliquent ces valeurs élevées. Dans la moyenne technologie, qui comprend notamment l'industrie automobile, la construction de machines et l'industrie chimique, le Bade-Wur-

²³ Selon la définition de l'OCDE, ces branches comprennent les « industries à forte intensité de R-D » (high R&D intensity industries) et les « industries à moyenne intensité de R-D » (medium-high R&D intensity industries), voir F. Galindo-Rueda, F. Verger : OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity, Document de travail de l'OCDE sur la science, la technologie et l'industrie 2016/04, Editions OCDE, Paris, 2016.

temberg, la Bavière et Busan-Daegu arrivent en tête avec des parts d'emploi supérieures à 10 %. Les deux régions japonaises et la Lombardie / Piémont affichent elles aussi des valeurs plus élevées que la Suisse (3,1 %).

En Suisse, la part de l'emploi dans les services à forte intensité de savoir au sens strict (services informatiques, services financiers, activités de conseil et services techniques, services médias) s'élève à 16,7 % et est plus élevée que dans la plupart des régions de comparaison. Seules les grandes régions de Paris, Londres, Boston et New York ainsi que les régions de la baie de San Francisco et Seattle, fortement spécialisées dans les services informatiques, affichent des taux plus élevés.

Entre 2008 et 2015, en Suisse, la part de l'emploi des branches à forte intensité de recherche et de savoir n'a augmenté que de

0,1 point de pourcentage. Durant cette période, on a assisté à un affaiblissement de la part de l'emploi dans la haute et moyenne technologie qui a été compensé par un renforcement dans les services à forte intensité de savoir au sens strict. Dans plusieurs autres régions d'innovation, la structure économique a évolué dans une plus large mesure vers des branches à forte intensité de recherche et de savoir, en particulier dans la baie de San Francisco (+2,5 points de pourcentage), en Bavière (+1,4 points de pourcentage) ainsi qu'en Lombardie / Piémont et dans l'Ontario (tous deux +1,1 points de pourcentage). Ces branches ont également vu leurs parts se renforcer sensiblement dans les régions coréennes, même si le manque de chiffres de comparaison pour la haute et moyenne technologie empêche une évaluation complète de la situation. Dans les grandes régions de Paris, Boston et New York, aucune évolution n'est visible en ce qui concerne les branches à forte intensité de recherche et de savoir.

Les particularités de la comparaison entre régions

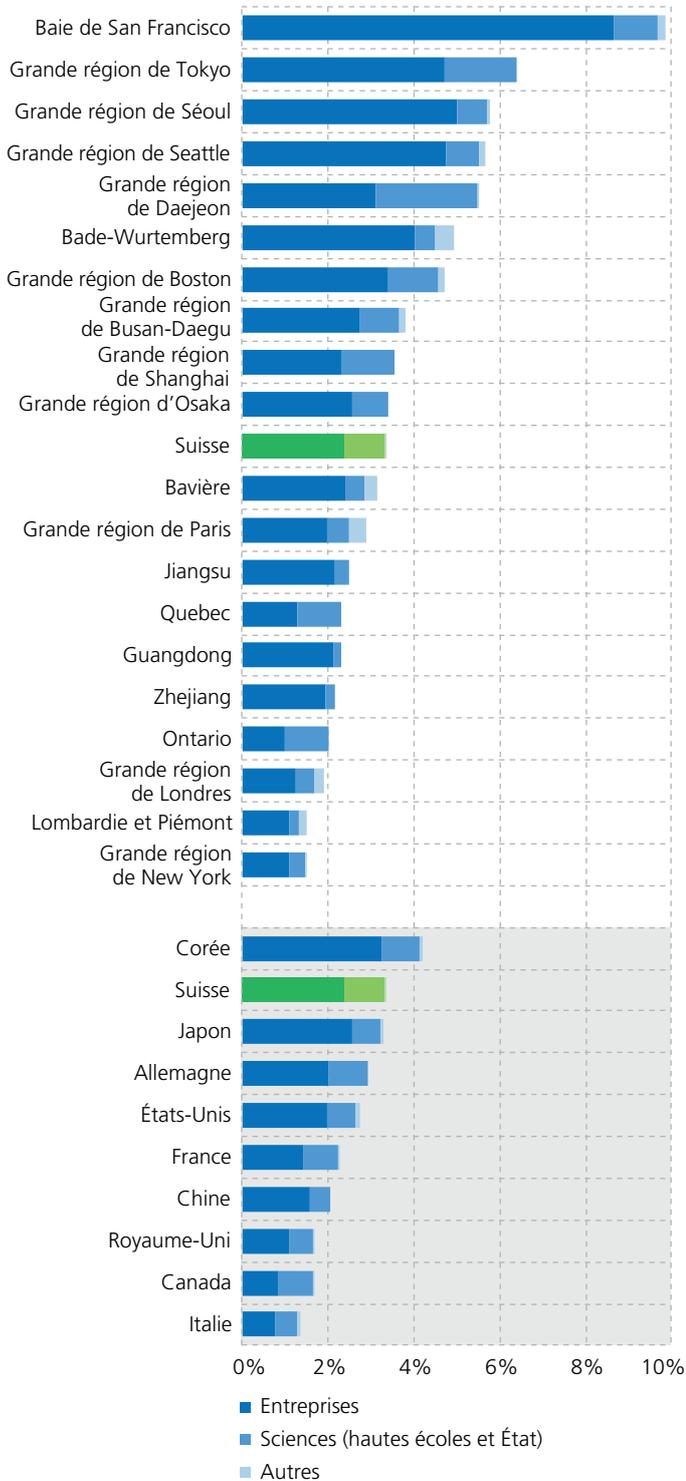
Il y a lieu de veiller à certains points lorsque l'on interprète les résultats d'une comparaison des régions d'innovation situées dans des pays de grande taille avec un pays comme la Suisse. Par exemple, une région – même de la taille de la Suisse – appartenant à un grand État peut concentrer ses efforts sur un petit nombre d'activités et de branches particulièrement innovantes, puisque d'autres régions se chargent des activités non innovantes (notamment la fabrication de produits standards, les activités commerciales et de transport ou le tourisme). La Suisse, par contre, ne peut faire l'économie de certaines activités non innovantes nécessaires à son fonctionnement.

Par ailleurs, le fait d'appartenir à un grand État conduit parfois une région d'innovation à s'orienter dans une moindre mesure vers l'international, notamment lorsque le marché national est un marché-cible de taille suffisante pour le développement de nouvelles technologies. Il en résulte alors un plus petit nombre de demandes de brevets internationales, si bien qu'une petite économie ouverte comme la Suisse affiche en la matière de meilleurs résultats que des régions d'innovation situées dans de grands États.

Toutefois, les régions d'innovation situées dans de grands États profitent précisément de la taille du pays car elles puisent dans un grand réservoir national de talents et d'idées et peuvent attirer dans des proportions considérables les ressources innovantes disponibles dans le pays tout entier. Cette constatation ne vaut pas uniquement pour le personnel qualifié, mais aussi pour d'autres biens rares tels que le capital-risque, par exemple.

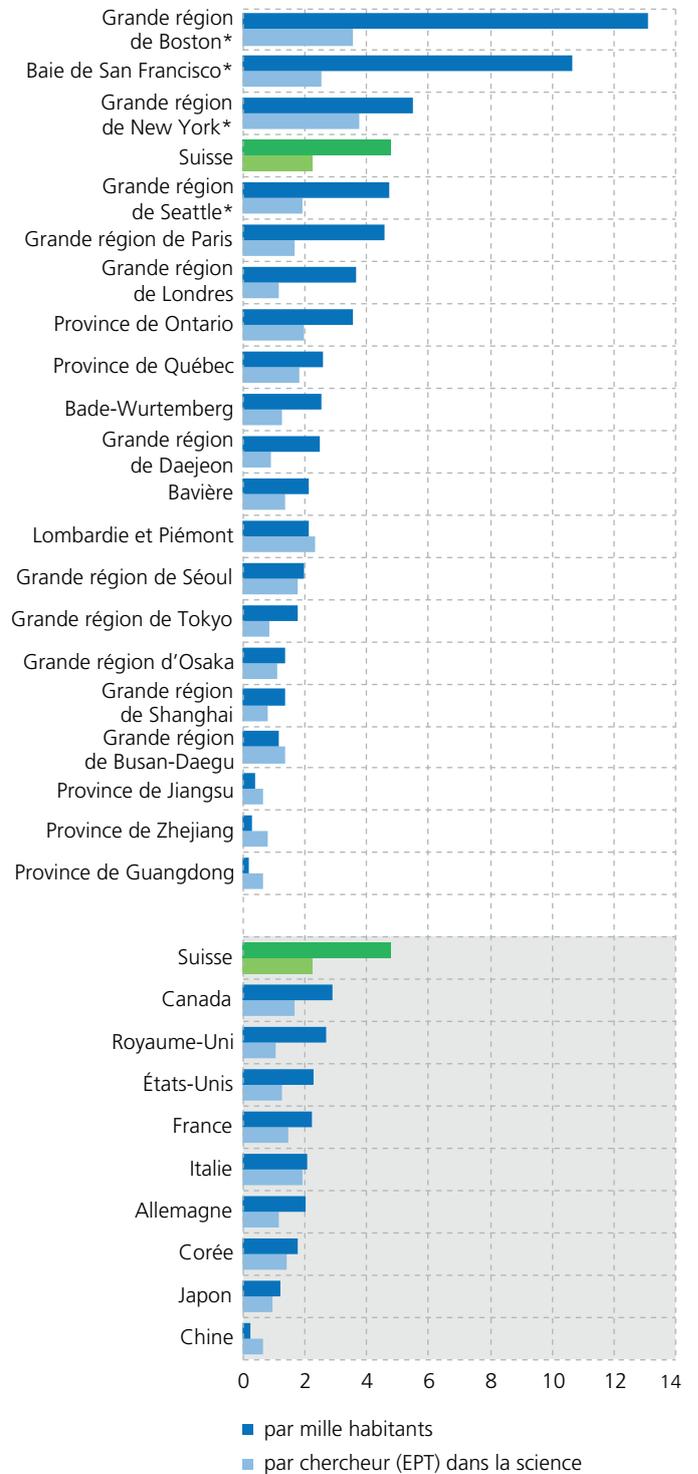
La Suisse doit compenser ce handicap concurrentiel par rapport aux pays de grande taille en promouvant l'ouverture. Cette politique a bien réussi à la Suisse jusqu'ici, comme le montrent la forte orientation internationale de son économie et le nombre élevé de chercheurs étrangers dans ses universités. Cette ouverture est indispensable au maintien des performances de la Suisse en matière d'innovation.

Figure B 13.1 : Dépenses de R-D de régions de référence, en pourcentage du PIB, 2015



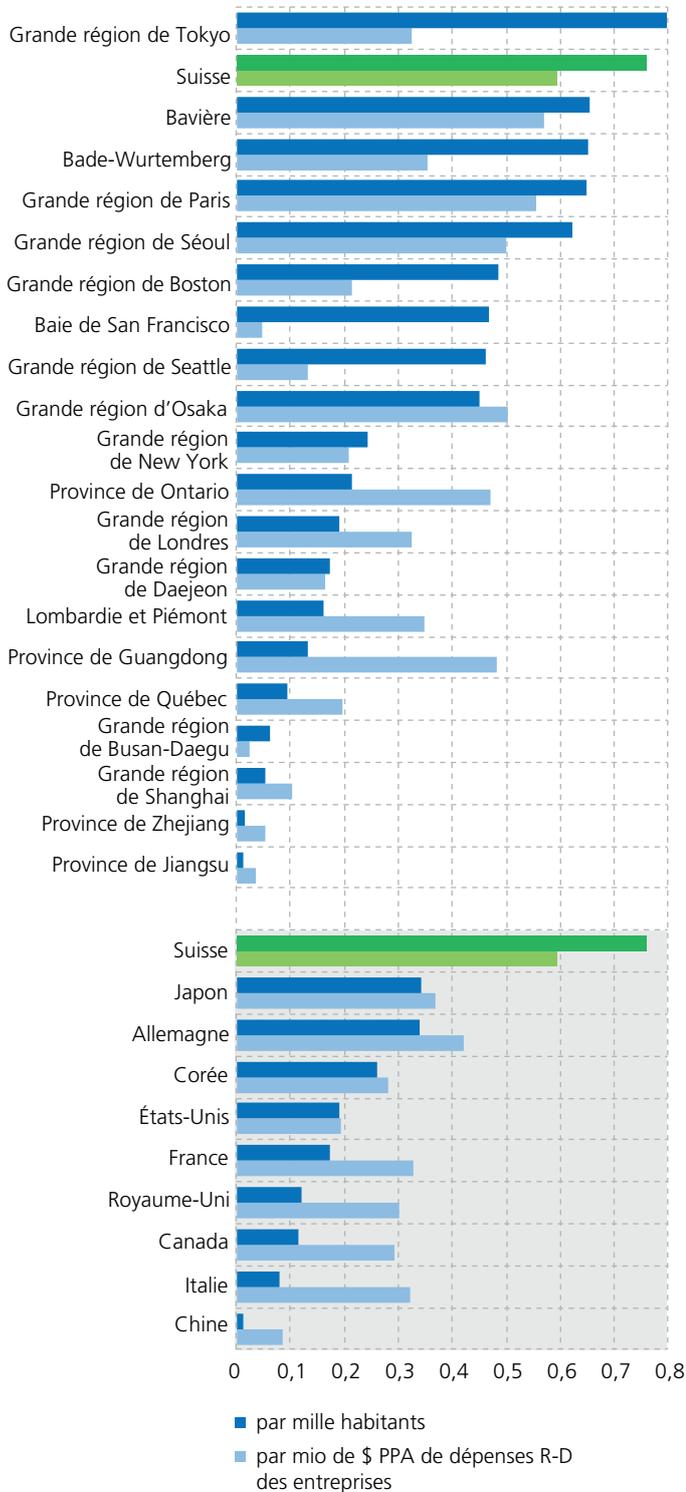
« Autres » : organisations privées d'utilité publique effectuant de la R-D
 Source : OCDE ; Eurostat ; NSF. Calculs ZEW.

Figure B 13.2 : Nombre de publications scientifiques par mille habitants et par chercheur actif dans le secteur « Science » dans les régions de référence, moyenne 2009–2016



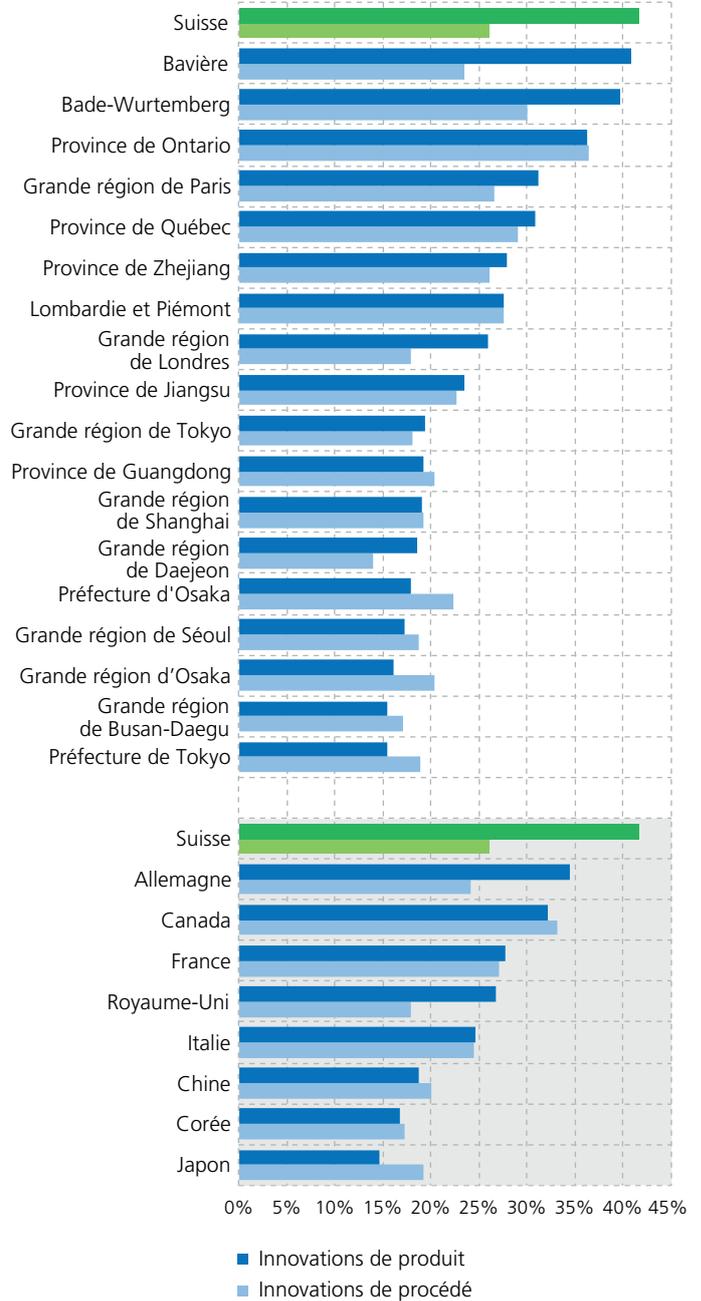
* Le nombre de chercheurs en équivalents plein temps (EPT) dans les régions des États-Unis sont des valeurs estimées.
 Source : WoS. Calculs Fraunhofer-ISI et ZEW.

Figure B 13.3 : Intensité de brevets dans les régions de référence (moyenne 2008–2014)



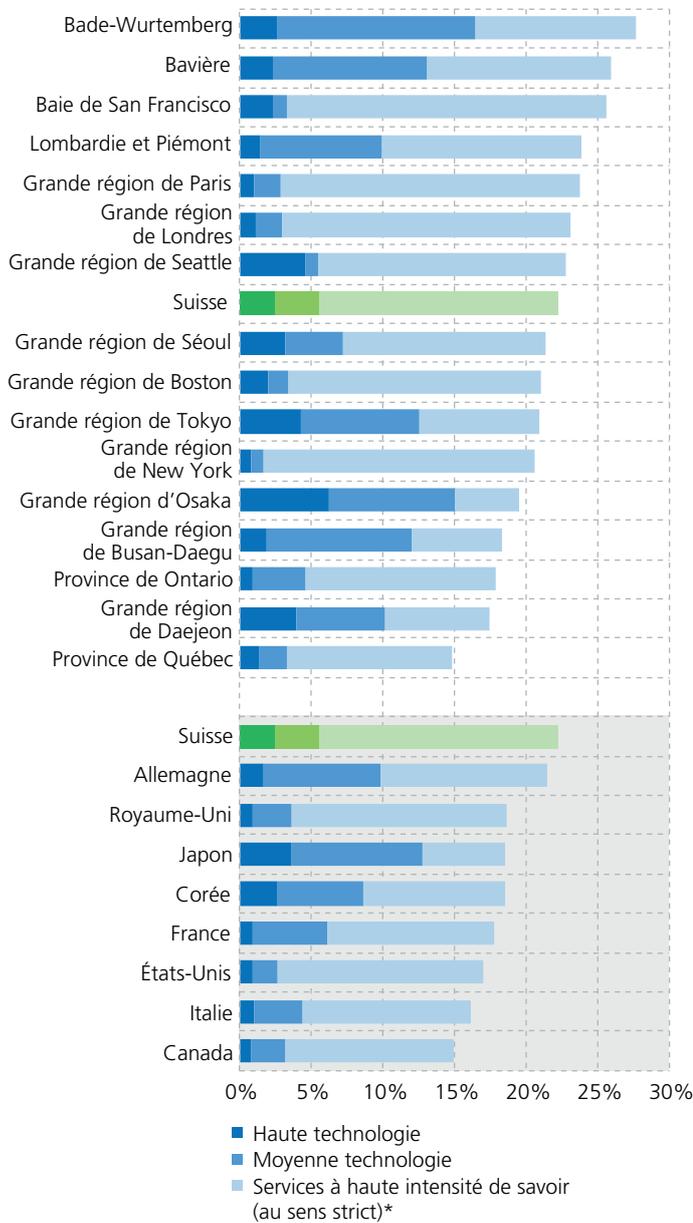
Source : Patstat. Calculs ZEW.

Figure B 13.4 : Part des entreprises innovantes (produit ou procédé) dans les régions de référence, 2014



Pour les régions canadiennes, les données sont des valeurs estimées, issues d'enquêtes, et ne peuvent être comparées que de manière limitée aux standards des enquêtes sur l'innovation. De même, la délimitation des branches n'est pas directement comparable avec celle sur laquelle se fondent les enquêtes d'innovation en Suisse et dans l'UE.
Données non disponibles : États-Unis
Source : Eurostat, DBEIS, ISTAT, INSEE, NBSC, NISTEP, STATCAN, STEPI, ZEW. Calculs ZEW.

Figure B 13.5 : Part de l'emploi affecté aux branches à forte intensité de savoir dans les régions de référence, 2015



* Information et communication, services financiers, scientifiques et techniques ainsi que services destinés aux indépendants.

Source : Eurostat, STATCAN, Statistics Japan, NISTEP, Statistics Korea, U.S. Census Bureau. Calculs ZEW.

