



# Les publications Quantum

**Une analyse bibliométrique  
du Secrétariat d'État à la formation,  
à la recherche et à l'innovation SEFRI**



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**

**Contact**

Isabelle Maye, SEFRI

Conseillère scientifique, unité Recherche nationale, division Recherche et innovation

isabelle.maye@sbfi.admin.ch

**Impressum**

Éditeur : © 2022 Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation

Traduction : Service linguistique de la Chancellerie fédérale

Langues : Français et anglais

ISSN : 2296-3855

## Table des matières

Introduction .....	5
L'essentiel en bref .....	6
1. Publications Quantum.....	7
1.1 Publications Quantum mondiales .....	7
1.2 La Suisse dans le classement mondial des publications Quantum par pays.....	8
1.3 Les plus grandes institutions productrices de publications Quantum.....	9
1.4 Publications Quantum en Suisse .....	11
1.5 Publications Quantum de la Suisse par secteur institutionnel .....	12
1.6 Publications Quantum de la Suisse par institution.....	13
1.7 Publications Quantum de la Suisse par région .....	16
1.8 Profil de publications Quantum de la Suisse par domaine de recherche.....	17
2. Impact des publications Quantum.....	19
2.1 Impact des publications Quantum de la Suisse en comparaison mondiale .....	19
2.2 Evolution de l'impact des publications Quantum pour les 5 premiers pays.....	20
2.3 Partenariats des publications Quantum .....	21
2.4 Taux de partenariats national et international des publications Quantum par pays .....	21
2.5 Partenariats dans les publications Quantum de la Suisse.....	22
2.6 Partenariats dans les publications Quantum des institutions de la Suisse.....	23
Annexes.....	24
A Fiche pays .....	24
Allemagne .....	25
Australie .....	26
Brésil.....	27
Canada .....	28
Chine.....	29
Corée du Sud.....	30
Espagne.....	31
Etats-Unis.....	32
France.....	33
Inde .....	34
Iran.....	35
Italie.....	36

Japon.....	37
Pays-Bas.....	38
Pologne .....	39
Royaume-Uni .....	40
Russie .....	41
Suisse.....	42
Taiwan.....	43
Ukraine .....	44
B Méthodes .....	45
B.1 Bases de données .....	45
B.2 Volume de publications .....	45
B.3 Impact (indicateur relatif de citations) .....	47
B.4 Partenariats.....	47
C Références.....	47

## Introduction

Ces dernières années la recherche quantique est devenue un sujet d'importance stratégique soit pour la science, pour l'économie ou pour la société, c'est pourquoi nous avons décidé de faire une analyse approfondie bibliométrique sur ce sujet<sup>1</sup>. Ce document est donc une analyse des publications classées sous l'appellation « Quantum ».

Sont présentés dans ce document les nombres de publications Quantum (dans des journaux à comité de lecture de la base de données de Clarivate Analytics) :

- au niveau national et pour une sélection de pays,
- au niveau des institutions mondiales publiant le plus,
- au niveau des secteurs institutionnels en Suisse,
- au niveau des régions en Suisse ainsi que :
  - pour les institutions suisses publiant le plus et l'analyse
  - de l'impact des publications (c.à.d. l'indicateur relatif de citations)
  - du taux de coopération national / international et
  - des coopérations avec les autres pays.

Notre analyse bibliométrique porte depuis la période 2008-2012 jusqu'à la période 2016-2020.

---

<sup>1</sup> Les résultats en général sur Quantum sont disponibles dans le rapport du SEFRI 2022 [« Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020 »](#)

## L'essentiel en bref

### Publications quantum

On constate qu'au niveau mondial le nombre de publications dans ce domaine de la recherche quantique a fortement augmenté, surtout depuis la période 2013-2017 (voir Figure 1).

Au début de la période observée (2008-2012), les principaux acteurs (pays) en nombre de publications sont les Etats-Unis (17,9%), la Chine (11,7%), la Russie (6,8%), et avec environ 6% le Japon, la France, l'Italie et l'Allemagne (Figure 2). La croissance de la Chine est la plus importante, passant de presque 6'000 publications Quantum pour 2008-2012 à 18'000 publications pour 2016-2020, prenant ainsi la première position. Le nombre de publications des Etats-Unis augmente aussi mais moins fortement, passant de 8'000 pour 2008-2012 à 12'000 pour 2016-2020, et se classant ainsi au deuxième rang des pays en 2016-2020.

La Suisse a légèrement augmenté sa part mondiale de publications Quantum, de 0,9% pour 2008-2012 à 1% pour 2016-2020. Elle se classe au 18<sup>e</sup> rang des pays producteur de publications Quantum pour 2016-2020. Le nombre de publications Quantum de la Suisse augmente régulièrement depuis la période 2008-2012, avec toutefois un ralentissement lors de la dernière période.

Les principales institutions qui publient dans le domaine quantique sont, pour 2016-2020, l'Académie des sciences de Russie, le CNRS (France), et l'Université de sciences et technologie de Chine. La première institution suisse est l'ETH Zürich, qui se positionne au 24<sup>e</sup> rang.

En 2016-2020 le secteur des hautes écoles en Suisse est le secteur produisant la plus grande part des publications Quantum du pays (77,9%), suivi du secteur des instituts de recherche (12,9%), les entreprises privées (6,6%) et les organisations internationales (2,6%).

En 2016-2020 l'ETH Zürich produit 31% des publications Quantum de la Suisse, suivi de l'Université de Genève (14,2%) et de l'EPF Lausanne (13,7%).

Les régions Zurich et Région lémanique produisent la très grande partie des publications Quantum de la Suisse, avec des parts de 42% et 32% respectivement pour la période 2016-2020.

### Impact des publications Quantum

La Suisse est très performante au niveau de l'impact de ces publications Quantum ; en effet, pour 2016-2020 elle se classe au 1<sup>er</sup> rang des pays, devant l'Allemagne et le Royaume-Uni, avec un impact dépassant de 33 points la moyenne mondiale de 100.

### Partenariats des publications Quantum

Le taux de coopération international des publications Quantum de la Suisse a toujours été très important, 85% pour 2008-2012, et a augmenté jusqu'à 89% pour 2016-2020.

En 2008-2012 les chercheurs Quantum de la Suisse collaborent le plus avec des pays limitrophes, Italie (20,5%), Allemagne (13,5%), France (11,7%) et les Etats-Unis (10,9%). En 2016-2020 les Etats-Unis sont devenus le principal partenaire de la Suisse (15,2%), suivi de l'Italie (9,7%), Allemagne (8,5%) et France (8,0%).

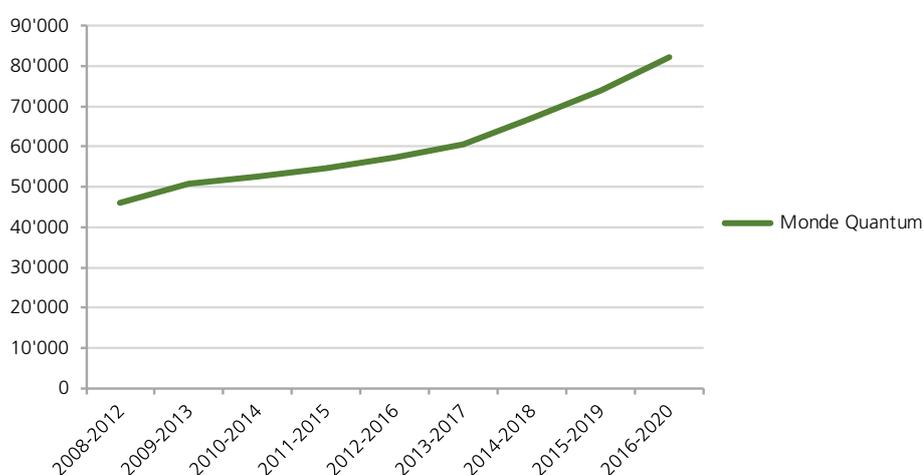
# 1. Publications Quantum

Une recherche par mots clés a été conduite dans la base de données Clarivate Analytics, comprenant le *Science Citation Index Expanded (SCIE)*, le *Social Science Citation Index Expanded (SSCIE)*, le *Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)* et le *Emerging Sources Citation Index (ESCI)*, et ont été extraites les publications dont le titre contient le mot « Quantum » ainsi que les journaux dont le nom contient le mot « Quantum ». Le terme quantum apparaît dans des publications de philosophie, sciences sociales ou encore histoire, mais comme notre étude se consacre aux sciences quantiques, calcul quantique, technologie, physique (donc sciences dites « dures ») ces publications n'ont pas été prises en compte dans cette étude.

## 1.1 Publications Quantum mondiales

Le nombre mondial des publications Quantum est en constante augmentation et a quasiment doublé (x 1,8), depuis la première période étudiée, passant de 42 000 publications à environ 82 200 publications pour 2016-2020. L'augmentation est plus forte depuis la période 2013-2017 (Fig. 1) avec environ 5% d'augmentation entre chaque période jusqu'à la période 2013-2017, puis environ 10% d'augmentation jusqu'en 2016-2020.

Figure 1 : Evolution du nombre de publications Quantum au niveau mondial, de 2008-2012 à 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCIE/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Tableau 1 : Nombre de publications Quantum au niveau mondial, de 2008-2012 à 2016-2020

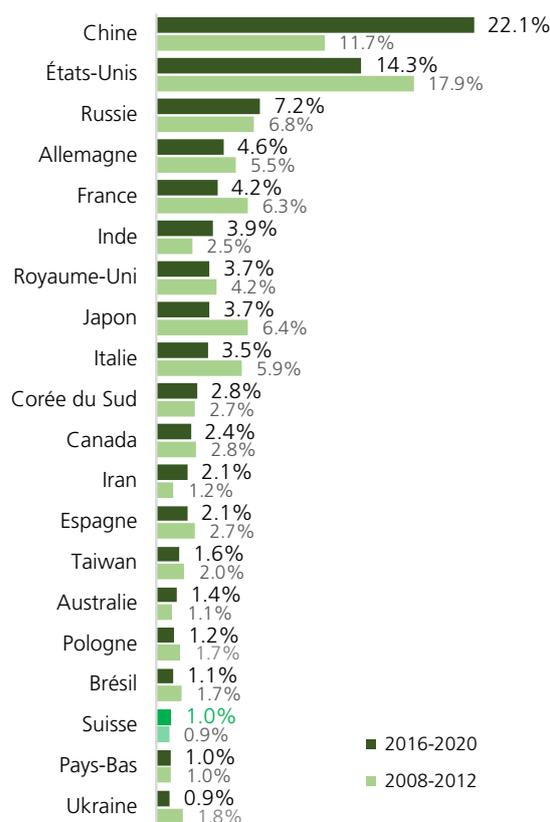
Nombre de publications	2008-2012	2009-2013	2010-2014	2011-2015	2012-2016	2013-2017	2014-2018	2015-2019	2016-2020
Monde Quantum	46 020	50 801	52 438	54 732	57 336	60 569	66 952	73 906	82 217

## 1.2 La Suisse dans le classement mondial des publications Quantum par pays

Durant la période 2008-2012 les Etats-Unis était le pays produisant le plus de publications Quantum (17,9% de part mondiale) mais depuis la Chine est devenue le principal producteur avec une part atteignant 22,1% pour 2016-2020 (Fig. 2).

La Suisse a légèrement augmenté sa part mondiale de publications Quantum, de 0,9% en 2008-2012 à 1% en 2016-2020. Elle se classe au 18<sup>ème</sup> rang des pays producteur de publications Quantum en 2016-2020.

Figure 2 : Part mondiale de publications Quantum par pays pour les périodes 2008-2012 et 2016-2020, pour les 20 pays les plus productifs lors de la période 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

En 2016-2020, au niveau global, la Suisse produit 1% des publications scientifiques dans le monde (voir chapitre 1.3, Analyse bibliométrique SEFRI 2022 [« Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020 »](#)), sa part dans la production des publications Quantum est donc au même niveau. Par contre si les Etats-Unis sont les principaux producteurs au niveau de l'ensemble des publications scientifiques suivi de la Chine, au niveau des publications dans le domaine Quantum les places sont inversées.

En annexe A se trouve les fiches pour les 20 pays les plus productifs pendant la période 2016-2020, avec une figure illustrant l'évolution temporelle du nombre de publications Quantum pour chacun de ces pays.

### 1.3 Les plus grandes institutions productrices de publications Quantum

Dans notre base de données au moins 2000 institutions publient dans le domaine Quantum, mais souvent il ne s'agit que de quelques publications. Seulement une centaine d'institutions ont plus de 100 publications par période. Pour 2006-2020 les institutions les plus actives sont la « Russian Academy of Sciences », le CNRS (France), et l'« University of Science & Technology of China ».

La première institution suisse est l'ETH Zürich, qui se place au 24 rang des institutions productrices de publications Quantum.

Figure 3 : Part mondiale de publications Quantum pour les 20 plus grandes institutions, période 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Pour 2008-2012 la « Russian Academy of Sciences » et le CNRS étaient déjà les 2 institutions les plus prolifiques. En 3<sup>ème</sup> position se trouvait le « National Institut for Nuclear Physics » (INFN, Italie).

Figure 4 : Part mondiale de publications Quantum pour les 20 plus grandes institutions, période 2008-2012



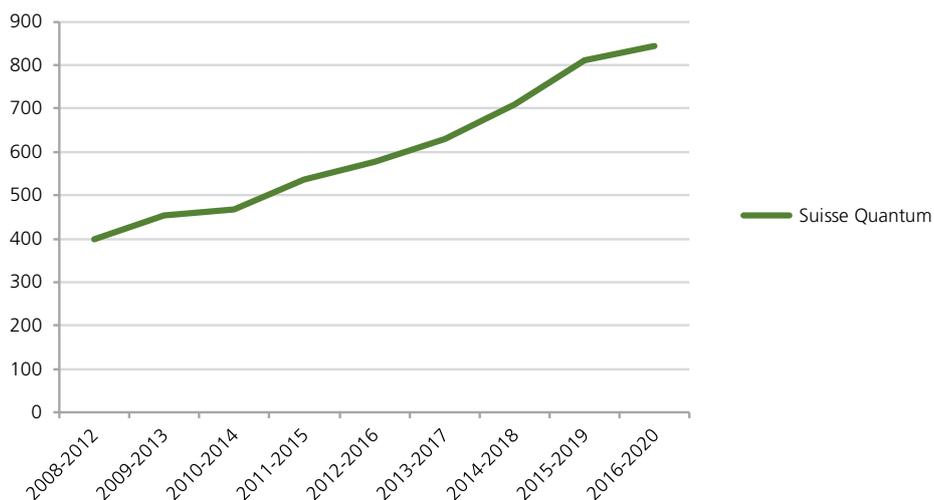
Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

## 1.4 Publications Quantum en Suisse

Comme au niveau mondial (Fig. 1), le nombre de publications Quantum de la Suisse est aussi en constante augmentation depuis le début des périodes étudiées passant de 399 publications pour 2008-2012 à 845 publications pour 2016-2020 (x 2,1). Néanmoins le nombre se stabilise lors de la dernière période (Fig. 5).

Figure 5 : Evolution du nombre des publications Quantum en Suisse, de 2008-2012 à 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCIE/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Tableau 2 : Nombre de publications Quantum en Suisse, de 2008-2012 à 2016-2020

Nombre de publications	2008-2012	2009-2013	2010-2014	2011-2015	2012-2016	2013-2017	2014-2018	2015-2019	2016-2020
Suisse Quantum	399	454	468	535	578	629	709	810	845

## 1.5 Publications Quantum de la Suisse par secteur institutionnel

Pour 2016-2020, le secteur des hautes écoles est le secteur produisant la plus grande part des publications Quantum de la Suisse (77,9%), suivi du secteur des instituts de recherche (12,9%), celui des entreprises privées (6,6%) et celui des organisations internationales (2,6%) (Fig. 6).

Figure 6 : Répartition des publications Quantum de la Suisse par secteur institutionnel, période 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCIE/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Cette part des hautes écoles dans ce type de publications est plus grande qu'au niveau global ou le secteur des hautes écoles produit 70,8% des publications totales de la Suisse (voir chapitre 1.8, Analyse bibliométrique SEFRI 2022 « [Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020](#) »).

### Secteurs institutionnels

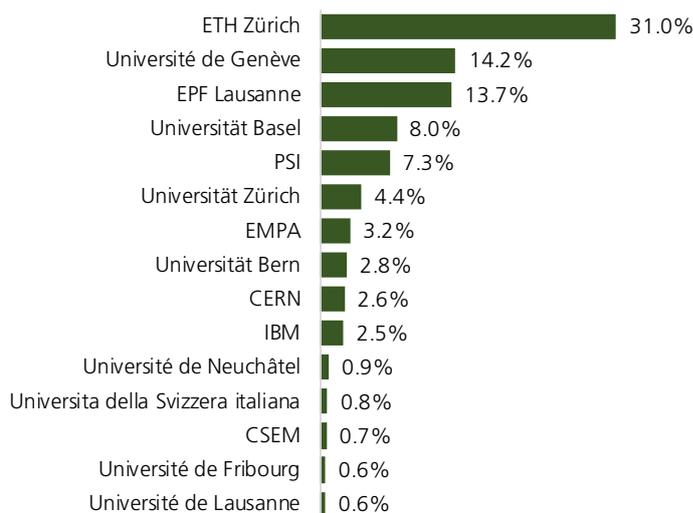
La subdivision des institutions de recherche en secteurs n'a été faite que pour les institutions se trouvant en Suisse. Quatre secteurs institutionnels ont été définis :

- Hautes écoles : les universités cantonales, les écoles polytechniques fédérales, les hautes écoles spécialisées, les écoles ou universités privées, ainsi que les hôpitaux universitaires
- Entreprises privées : les entreprises privées en Suisse, ainsi que les cliniques et hôpitaux privés
- Instituts de recherche : les établissements de recherche du domaine des EPF, les laboratoires cantonaux, les instituts de recherche de la Confédération, les fondations, ainsi que tous les hôpitaux publics non universitaires
- Organisations internationales

## 1.6 Publications Quantum de la Suisse par institution

Pour 2016-2020, 47 institutions en Suisse ont au moins 1 publication répondant aux critères Quantum. L'ETH Zürich produit 31% des publications Quantum de la Suisse, suivi de l'Université de Genève (14,2%) et de l'EPF Lausanne (13,7%) (Fig. 7). Ces 3 premières institutions dominaient déjà le classement pendant la période 2008-2012. Le CERN, par contre, voit sa part baisser car son nombre absolu de publications n'a pas augmenté (voir figure 9).

Figure 7 : Part de publications Quantum pour les 15 premières institutions en Suisse, en 2016-2020

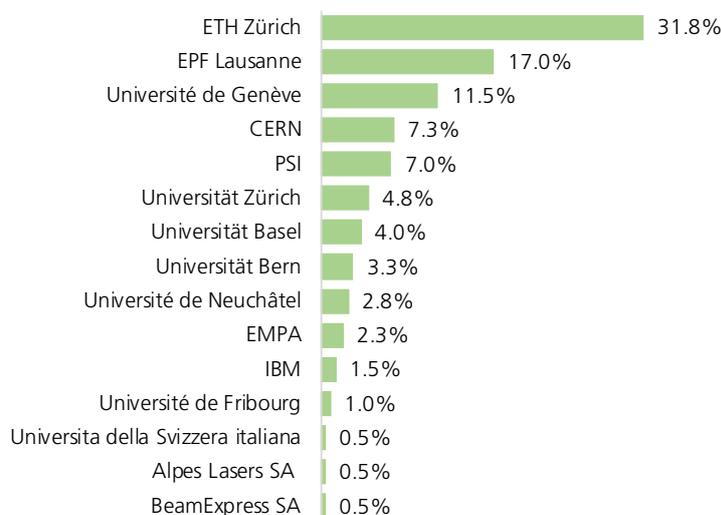


Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Pour 2008-2012, 29 institutions en Suisse ont au moins 1 publication répondant aux critères Quantum. L'ETH Zürich produit 31,8% publications Quantum de la Suisse, suivi de l'EPF Lausanne (17%) et de l'Université de Genève (11,5%) (Fig. 8).

Figure 8 : Part de publications Quantum pour les 15 premières institutions en Suisse, en 2008-2012

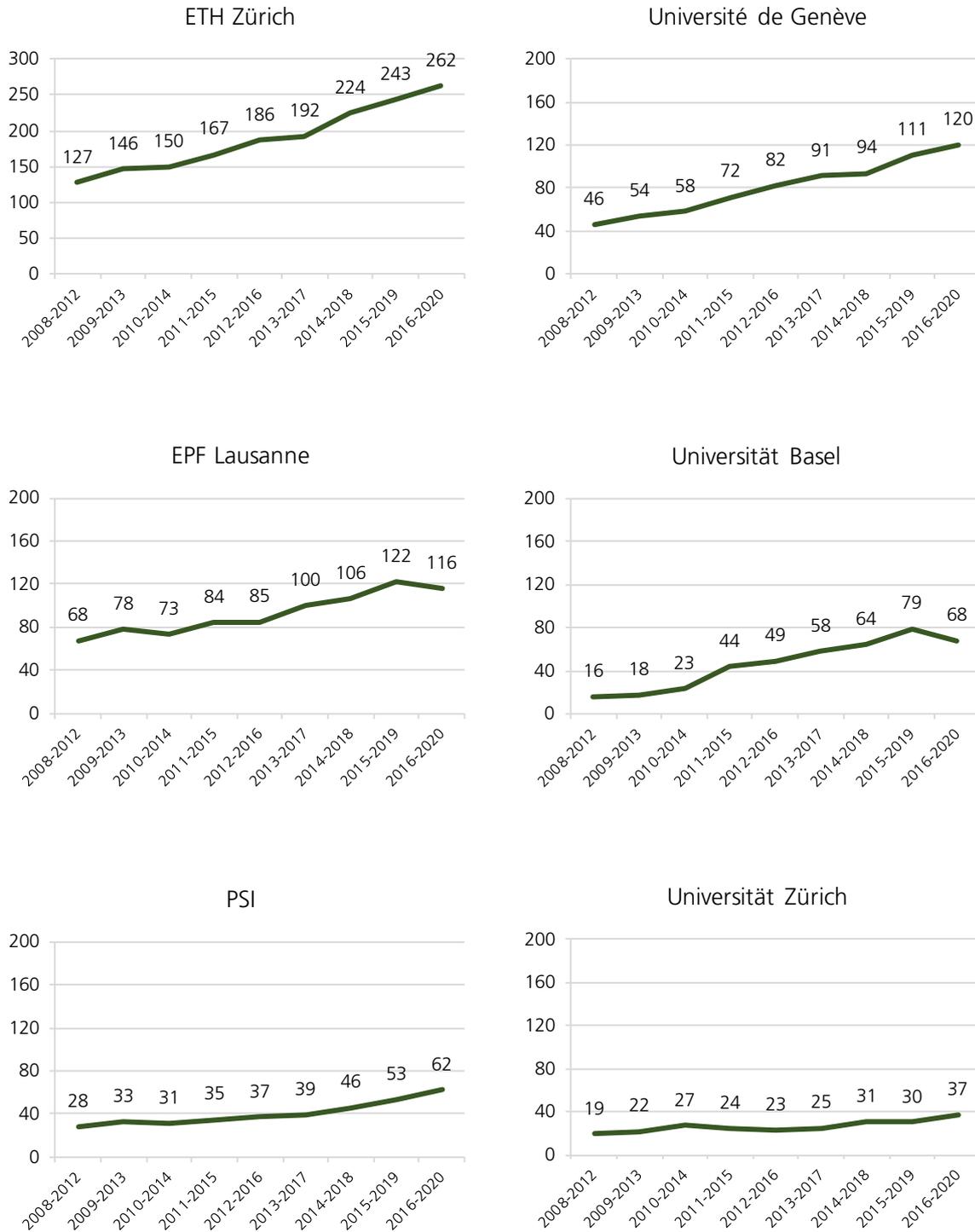


Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Globalement, les plus grandes institutions en Suisse productrices de publications Quantum voient leur nombre augmenter tout au long des périodes étudiées, sauf dans le cas de l'EPF Lausanne et de l'Université de Bâle dont le nombre baisse légèrement pour 2016-2020 (Fig. 9).

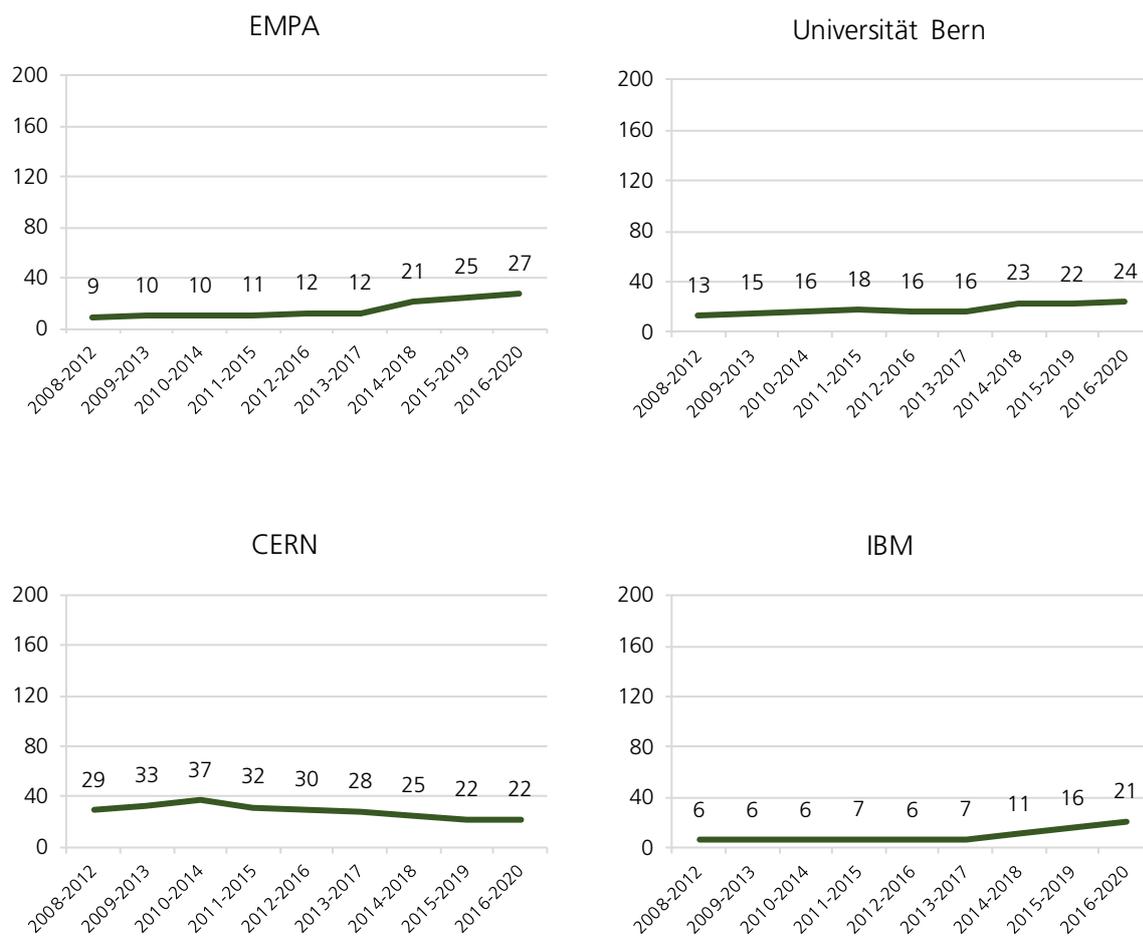
Figure 9 : Evolution du nombre de publications Quantum par institution, de 2008-2012 à 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Figure 9 (suite) : Evolution du nombre de publications Quantum par institution, de 2008-2012 à 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

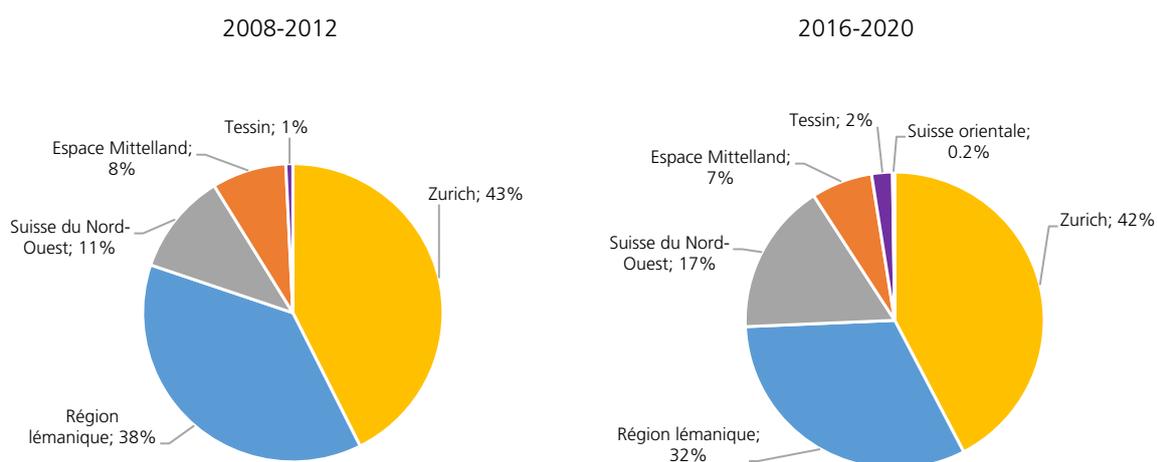
© SEFRI 2022

Rem : sont présenté les institutions suisses ayant plus de 20 publications Quantum pour 2016-2020.

## 1.7 Publications Quantum de la Suisse par région

Les régions Zurich et Région lémanique produisent la très grande partie des publications Quantum de la Suisse, avec 42% et 32% respectivement pour 2016-2020 et pour 2008-2012 43% et 38% respectivement. Ceci n'est pas surprenant du fait que l'ETH Zürich, l'Université de Genève et l'EPF Lausanne produisent le plus de publications Quantum. Viennent ensuite la Suisse du Nord-Ouest, l'Espace Mittelland et le Tessin (Fig. 10).

Figure 10 : Publications Quantum des régions de la Suisse, en pourcentage du total de la Suisse, période 2008-2012 et 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

### Définitions des régions

Les 26 cantons suisses ont été regroupés en sept régions selon la nomenclature de l'OFS:

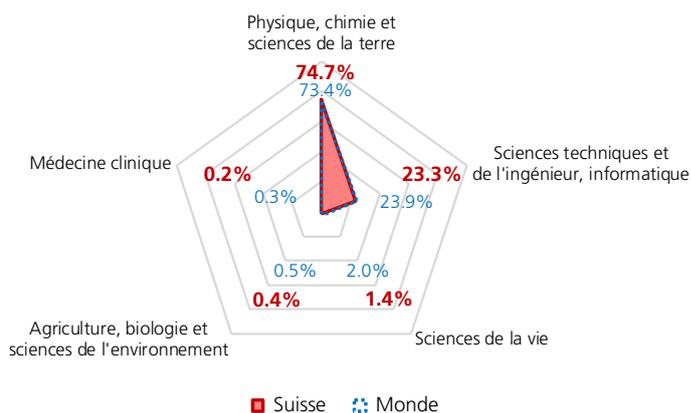
- Région lémanique: Genève, Vaud et Valais
- Zurich : Zurich
- Suisse du Nord-Ouest : Argovie, Bâle-Ville et Bâle-Campagne
- Espace Mittelland : Berne, Fribourg, Jura, Neuchâtel et Soleure
- Suisse orientale : Schaffhouse, Appenzell Rhodes-Extérieures, Appenzell Rhodes-Intérieures, Thurgovie, Saint-Gall, Glaris et Grisons
- Tessin : Tessin
- Suisse centrale : Lucerne, Nidwald, Obwald, Schwytz, Uri et Zoug

Source : <https://www.media-stat.admin.ch/web/apps/glossary/index.php?n=glo-657-fr>

## 1.8 Profil de publications Quantum de la Suisse par domaine de recherche

Les publications Quantum de la Suisse apparaissent dans cinq des grands domaines de recherche mais sont très minoritaire dans trois domaines : 1,4% en « Sciences de la vie », 0,4% en « Agriculture, biologie et sciences de l'environnement » et 0,2% en « Médecine clinique ». Le domaine de recherche le plus important est « Physique, chimie et sciences de la terre » avec 74,7% des publications Quantum suivi du domaine « Sciences techniques et de l'ingénieur, informatique » (23,3%) (Fig. 11).

Figure 11 : Répartition des publications Quantum par domaine de recherche, Suisse et monde, période 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Les pays ont quasiment tous le même profil de recherche, avec une production de publications Quantum de plus de 70% dans le domaine « Physique, chimie et sciences de la terre » à l'exception de l'Inde, l'Iran, Taiwan et l'Ukraine qui ont un profil un peu différent (voir Annexe A ou sont présentés les profils des 20 pays les plus importants en nombre publications).

Les domaines de recherche se subdivisent en sous-domaines (voir liste en annexe B.2).

En Suisse le sous-domaine « Physics » (du domaine « Physique, chimie et sciences de la terre ») produit à lui seul 42% des publications Quantum de la Suisse. Viennent ensuite « Electrical & Electronics Engineering » (du domaine « Sciences techniques et de l'ingénieur, informatique ») (18%) et ensuite trois sous-domaines de domaine « Physique, chimie et sciences de la terre » : « Applied Physics / Condensed Matter / Materials Science » (16%), « Physical Chemistry / Chemical Physics » (7%) et « Chemistry » (7%).

### **Domaines de recherche**

La définition des domaines de recherche dépend de la classification qu'une base des données utilise pour répartir les journaux scientifiques dans des « classes ». Ici les journaux scientifiques sont répartis selon leur contenu en sept grandes « classes » (ou domaines de recherche ; voir ; *Current contents* <http://mjl.clarivate.com/>) : « Sciences de la vie », « Physique, chimie et sciences de la terre », « Médecine clinique », « Agriculture, biologie et sciences de l'environnement », « Sciences sociales et comportementales », « Sciences techniques et de l'ingénieur, informatique » et « Sciences humaines et arts ». Les domaines de recherche sont eux-mêmes divisés en plusieurs sous-domaines. La liste complète des domaines et sous-domaines de recherche se trouve en annexe B.2.

## 2. Impact des publications Quantum

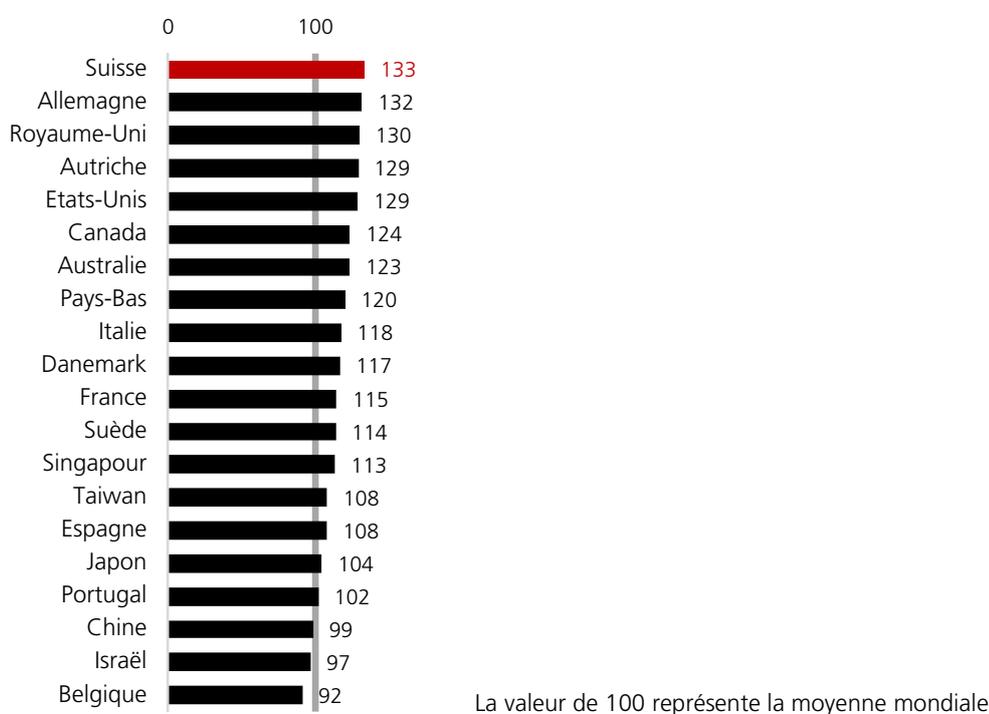
L'impact d'une publication est mesuré par le nombre de fois que cette publication est citée par les chercheurs (voir encadré pour la définition). L'impact est un indicateur de « reconnaissance » par les pairs.

### 2.1 Impact des publications Quantum de la Suisse en comparaison mondiale

L'impact des publications Suisse est très élevé, en effet lors de la période 2016-2020 la Suisse se classe au 1<sup>er</sup> rang des pays, devant l'Allemagne et le Royaume-Uni, avec un impact dépassant de 33 points la moyenne mondiale de 100 (Fig. 12).

Si la Chine est le plus grand producteur de publications Quantum, son impact est par contre encore sous la moyenne mondiale et elle se classe au 18<sup>e</sup> rang.

Figure 12 : Indicateur d'impact des publications Quantum, période 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Au niveau global (toutes publications confondues), l'impact de la Suisse dépasse de 27 points la moyenne mondiale de 100 et est le 3<sup>e</sup> meilleur résultat après les Pays-Bas et le Royaume-Uni. (voir chapitre 1.5.1, Analyse bibliométrique SEFRI 2022 [« Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020 »](#)).

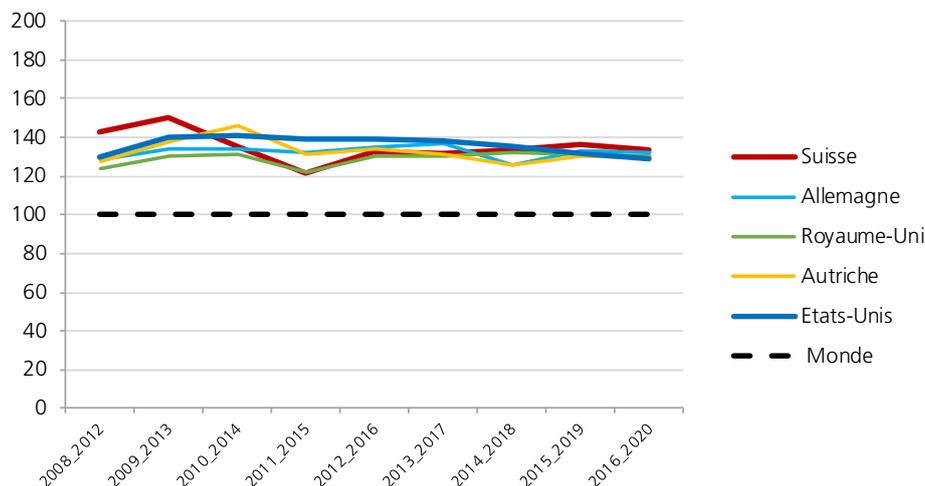
En annexe A se trouve les fiches des pays et pour chacun, une figure montrant l'évolution de l'impact des publications respectives.

## 2.2 Evolution de l'impact des publications Quantum pour les 5 premiers pays

L'impact des publications Quantum de la Suisse est toujours bien au-dessus de la moyenne mondiale tout au long des périodes étudiées (Fig. 13).

Les 5 premiers pays ont des impacts très proches lors des dernières périodes.

Figure 13 : Évolution de l'impact pour les publications Quantum, pour les 5 premiers pays



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Rem : les nombres de publications Quantum (pour la Suisse et l'Autriche) étant petits, les variations de l'impact peuvent être importantes entre les périodes, surtout au début lorsqu'il y avait encore peu de production sur ce thème.

### Calcul de l'impact (indicateur relatif de citation)

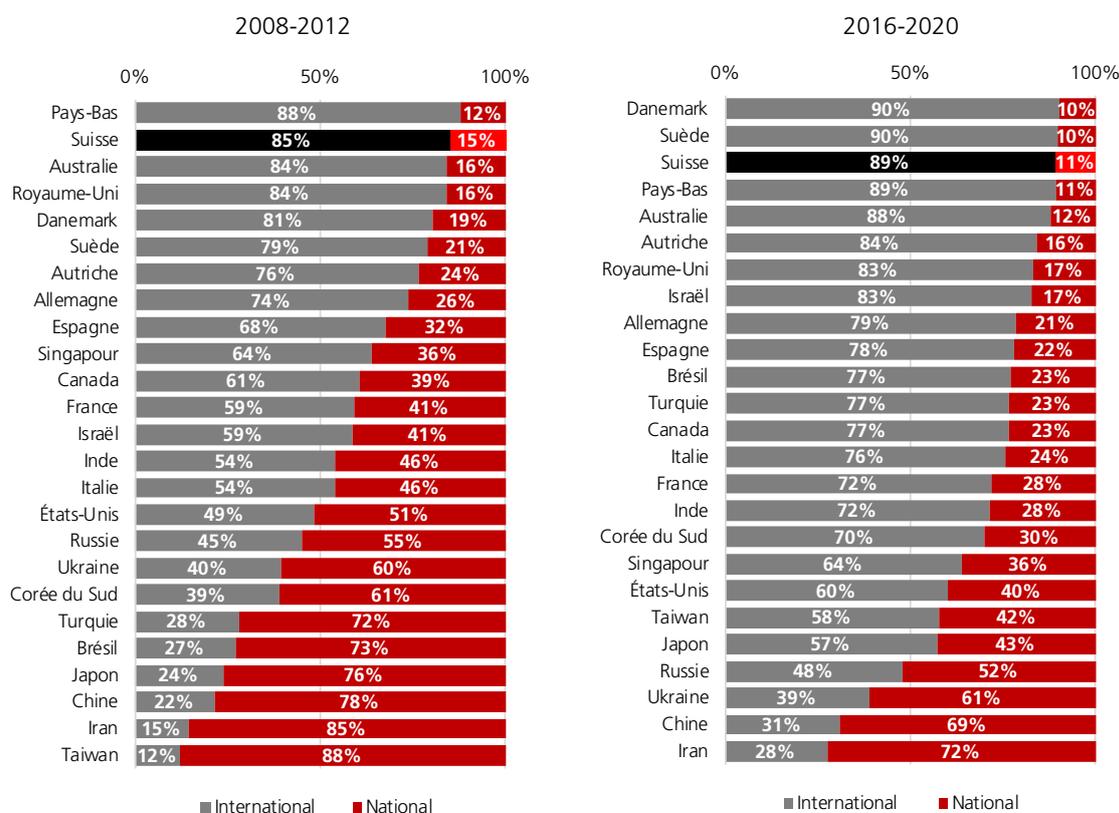
L'impact des publications d'un pays montre l'audience que ses publications reçoivent auprès des chercheurs ; il se mesure par le nombre de citations que reçoivent ses publications. Pour chaque publication, le nombre de citations est relativisé c.à.d. divisé par la moyenne mondiale de citations du domaine de recherche, puis normé sur une échelle où 100 représente la moyenne mondiale. La fenêtre d'analyse est de 5 ans, la même que pour le décompte des publications. Voir annexe B.3 pour plus de détails sur les définitions et les méthodes de calcul.

## 2.3 Partenariats des publications Quantum

### 2.4 Taux de partenariats national et international des publications Quantum par pays

Le taux de coopération internationale des publications Quantum de la Suisse a toujours été très important, 85% pour 2008-2012 et a augmenté jusqu'à 89% pour 2016-2020 (Fig. 14). Le taux de coopération internationale augmente pour tous les pays. En 2016-2020 seuls quatre pays (Russie, Ukraine, Chine et Iran) ont encore un taux de coopération national plus fort que celui international.

Figure 14 : Taux de partenariats national et international des publications Quantum pour une sélection de 25 pays, pour les périodes 2008-2012 et 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Au niveau global (toutes publications confondues) la Suisse a un taux de partenariat international moins important, de 79% en 2008-2012 et 84% en 2016-2020. (voir chapitre 1.6.1, Analyse bibliométrique SEFRI 2022 « [Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020](#) »)

#### Méthodes de comptage des partenariats de publications

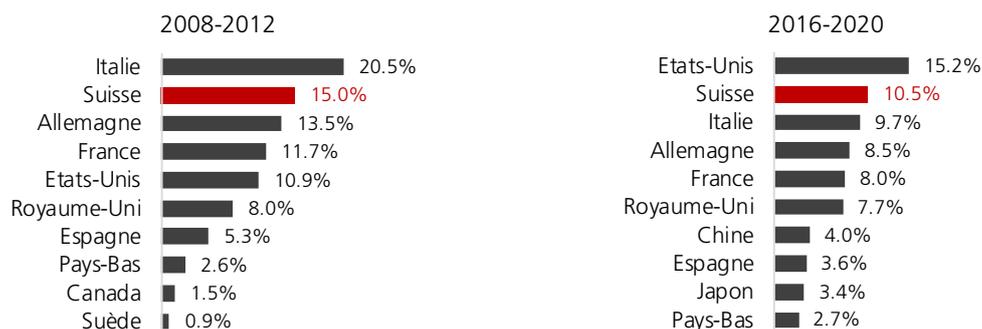
Pour chaque institution figurant sur une publication, on compte les autres institutions avec lesquelles cette institution a coopéré, et suivant le pays d'appartenance de ces institutions on retient soit un partenariat national soit un partenariat international. Les pourcentages de partenariats sont calculés sur le total de ces paires de partenariats du pays. Cet indicateur se réfère donc au total des paires de partenariats et non au total des publications.

## 2.5 Partenariats dans les publications Quantum de la Suisse

Pour 2008-2012, les chercheurs Quantum de la Suisse collaborent le plus avec des pays limitrophes : l'Italie (20,5%), l'Allemagne (13,5%), la France (11,7%) et ensuite les Etats-Unis (10,9%) (Fig. 15).

Pour 2016-2020, les Etats-Unis sont devenus le principal partenaire de la Suisse Quantum (15,2%), suivi de l'Italie (9,7%), l'Allemagne (8,5%) et la France (8,0%).

Figure 15 : Provenance des partenaires sur les publications Quantum émanant de chercheurs Suisse, en pourcent du total des partenariats de la Suisse, les 10 premiers pays, pour les périodes 2008-2012 et 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

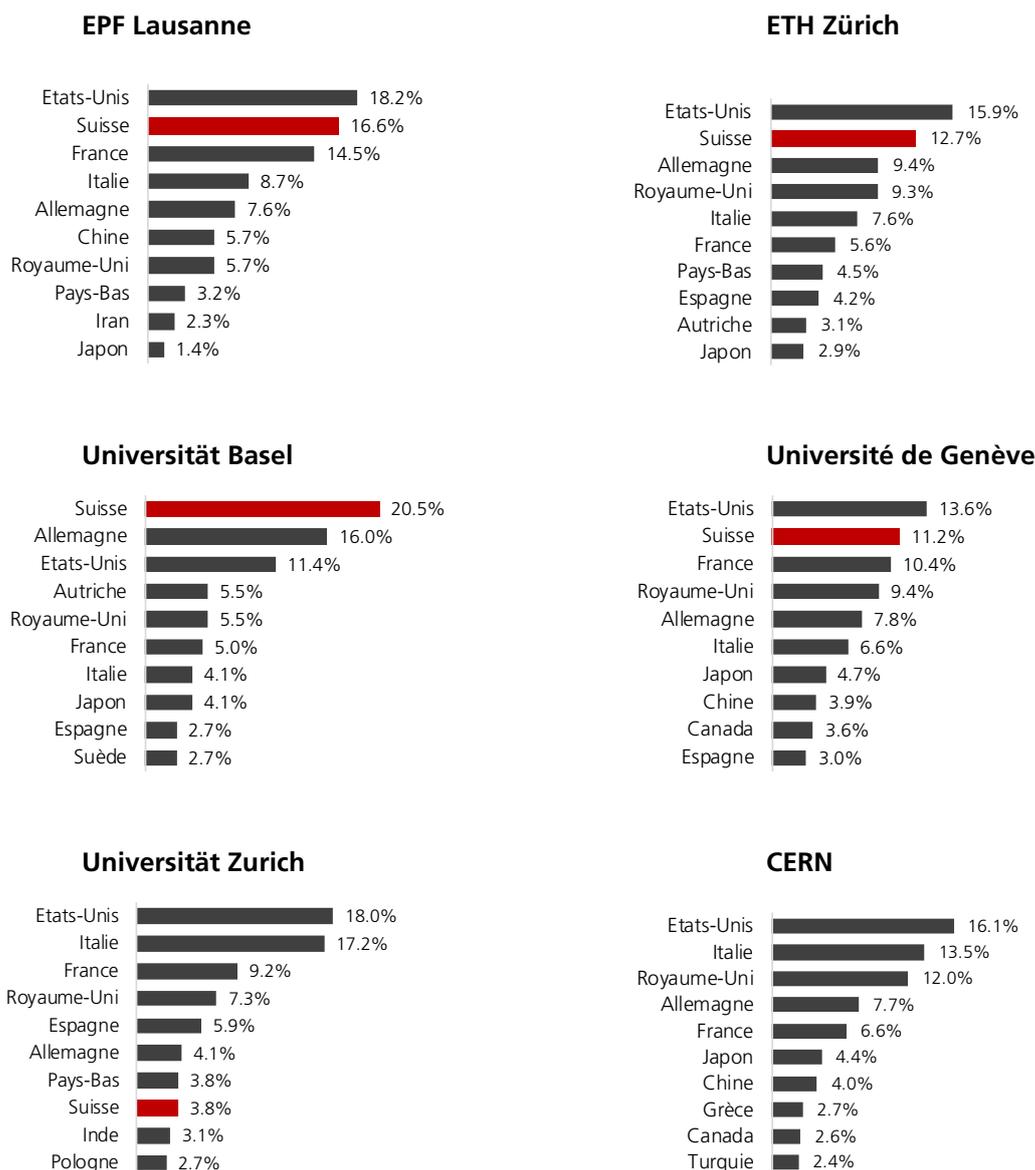
Pour 2008-2012, la Suisse collaborait avec 43 autres pays, pour 2016-2020 elle collabore avec 66 pays.

En annexe A se trouve les figures des partenariats du point de vue des autres pays. La Suisse est rarement dans les dix premiers pays avec qui ces pays collaborent, par exemple les Etats-Unis ont un taux de collaborations de 0,8% avec la Suisse, ce qui place la Suisse au 18<sup>e</sup> rang.

## 2.6 Partenariats dans les publications Quantum des institutions de la Suisse

Pour 2016-2020, les universités et écoles polytechniques collaborent principalement avec les Etats-Unis, l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni, l'Italie et avec d'autres institutions en Suisse (Fig. 16). Pour le CERN la coopération avec la Suisse est seulement en 15<sup>e</sup> position.

Figure 16 : Provenance des partenaires sur les publications Quantum, en pourcent du total des partenariats de l'institution, les 10 premiers pays, pour la période et 2016-2020



Source : Clarivate Analytics (SCIE/SSCI/A&HCI/ESCI), traitement SEFRI

© SEFRI 2022

Les taux de collaborations d'autres institutions suisses ont été aussi calculé et sont à disposition sur demande.

## **Annexes**

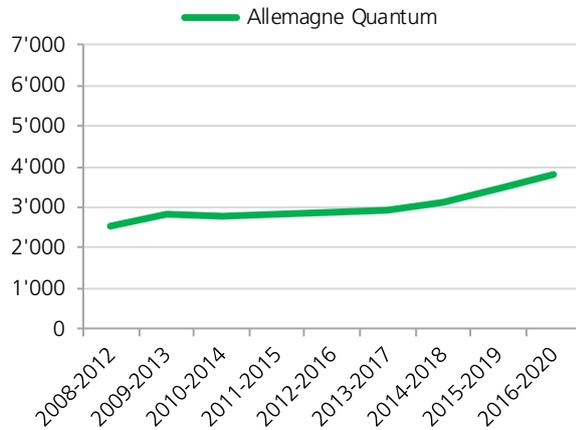
### **A Fiche pays**

Dans cette annexe sont présentée une « fiche » par pays, avec l'évolution du nombre de publications Quantum, le profil de publications par domaine de recherche pour 2016-2020, l'évolution de l'impact, et les partenariats du pays.

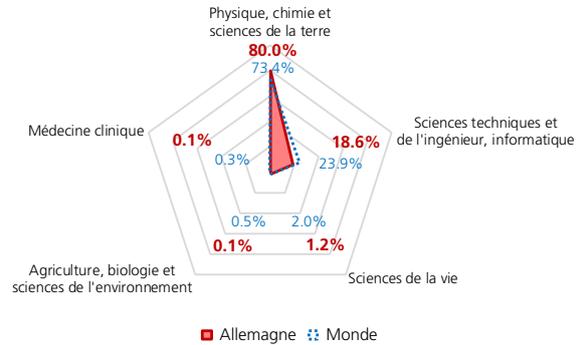
Sont présentés, par ordre alphabétique, dans cette annexe les 20 pays les plus grands pour 2016-2020 (voir figure 2). Les autres pays sont disponibles sur demande.

# Allemagne

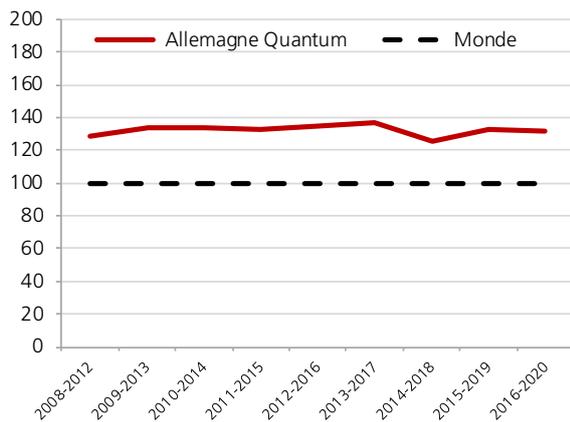
Evolution du nombre de publications Quantum



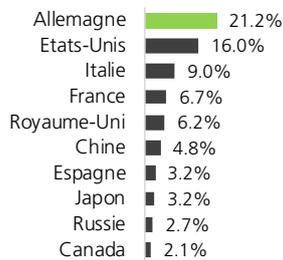
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



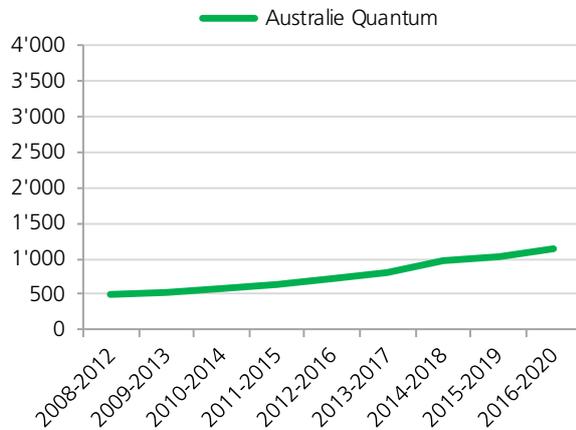
Partenariats, 2016-2020



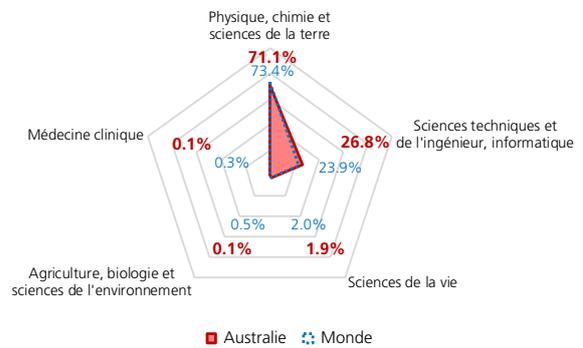
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, l'Italie et la France. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 1,8% et place la Suisse au rang 11 des pays partenaires de l'Allemagne.

# Australie

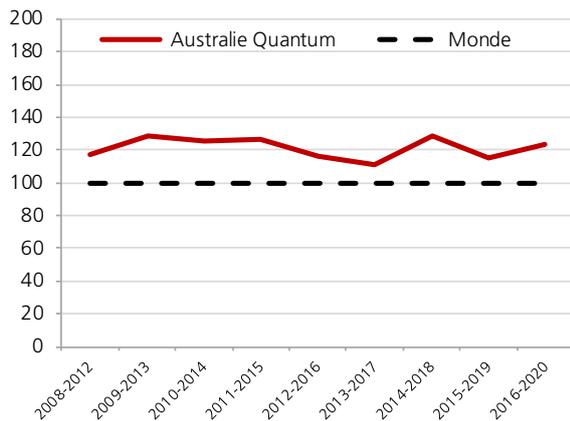
Evolution du nombre de publications Quantum



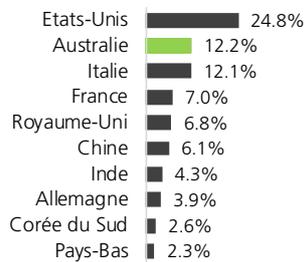
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



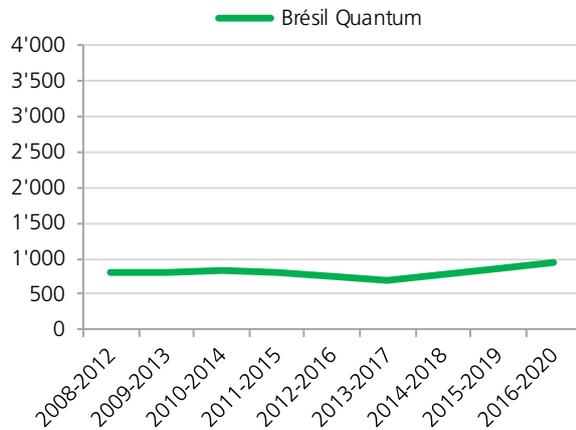
Partenariats, 2016-2020



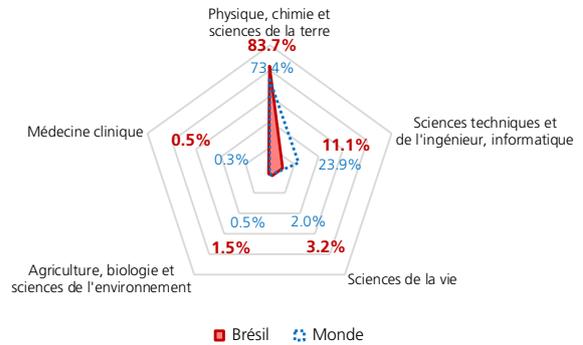
L'Australie collabore le plus avec les Etats-Unis, suivi de la collaboration nationale, de l'Italie et de la France. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,6% et place la Suisse au rang 20 des pays partenaires de l'Australie.

# Brésil

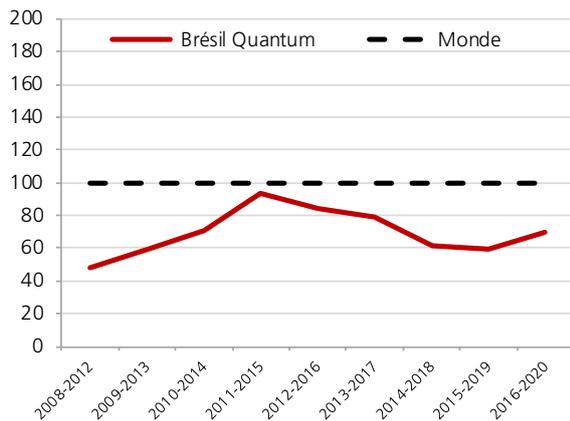
Evolution du nombre de publications Quantum



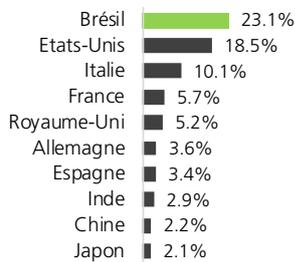
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



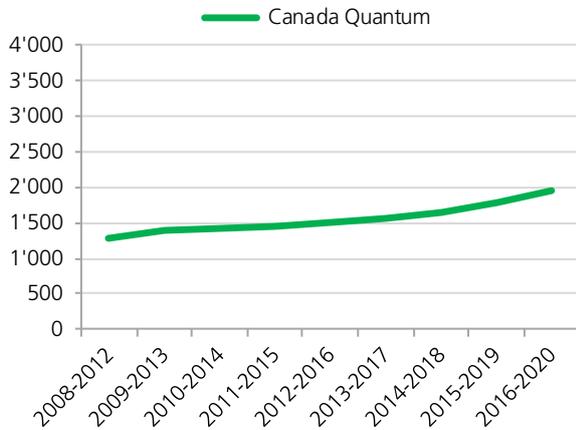
Partenariats, 2016-2020



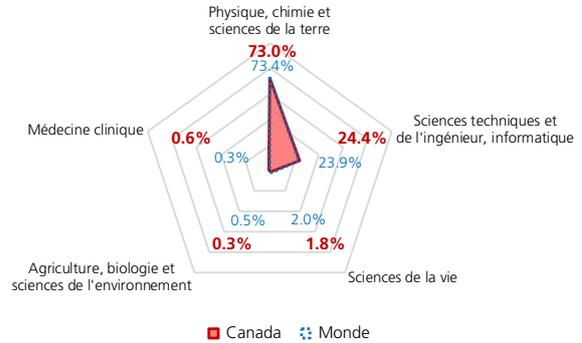
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, l'Italie et la France. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,8% et place la Suisse au rang 20 des pays partenaires du Brésil.

# Canada

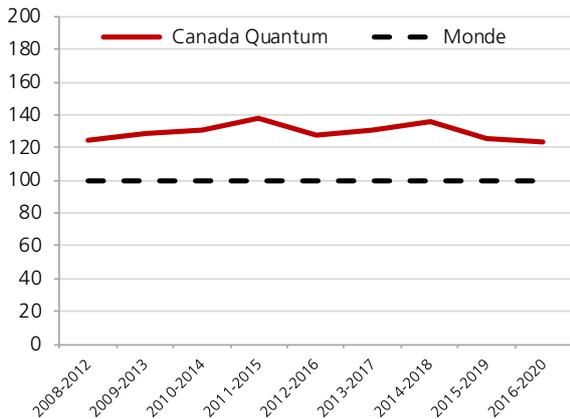
Evolution du nombre de publications Quantum



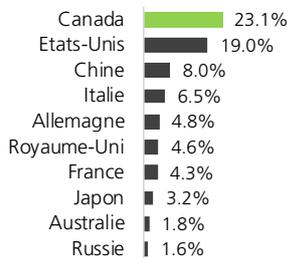
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



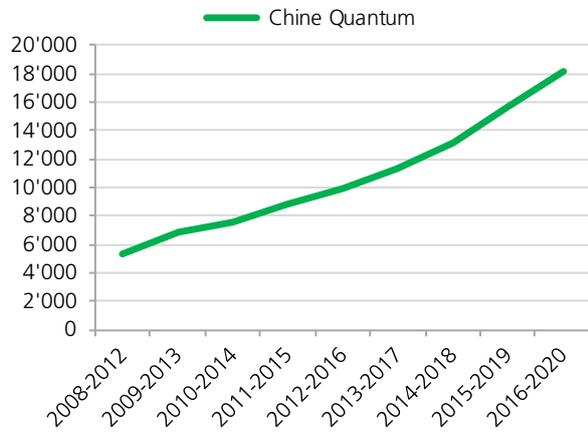
Partenariats, 2016-2020



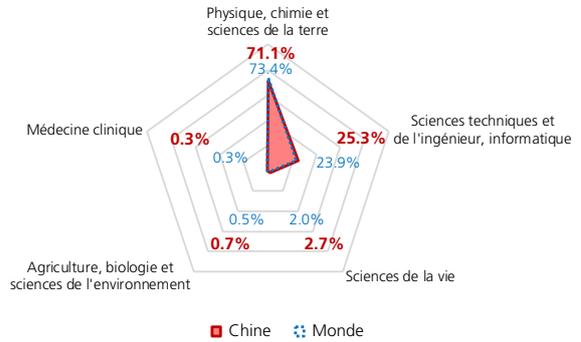
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, la Chine et l'Italie. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 1,1% et place la Suisse au rang 15 des pays partenaires du Canada.

# Chine

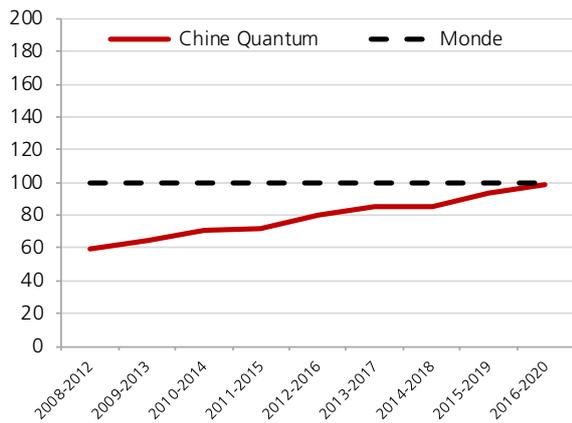
Evolution du nombre de publications Quantum



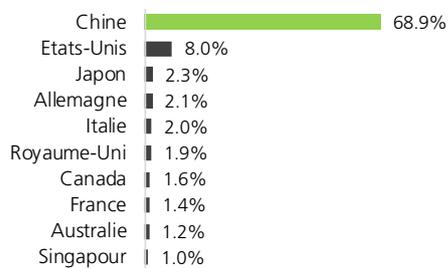
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



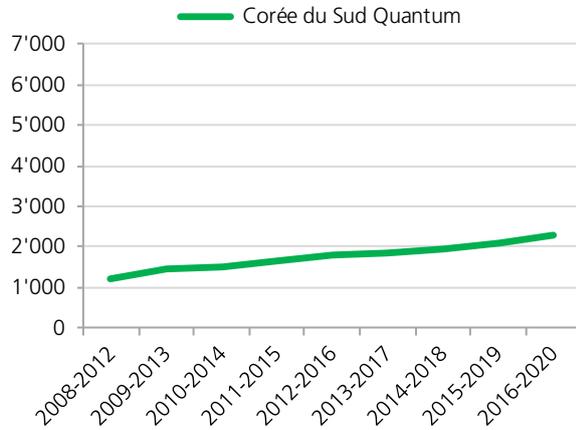
Partenariats, 2016-2020



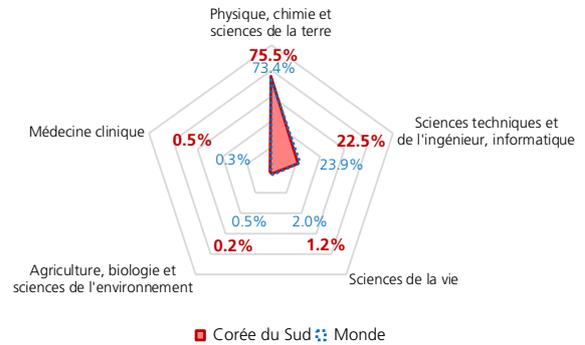
La Chine a une très forte collaboration nationale, puis avec les Etats-Unis et le Japon. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,4% et place la Suisse au rang 18 des pays partenaires de la Chine.

# Corée du Sud

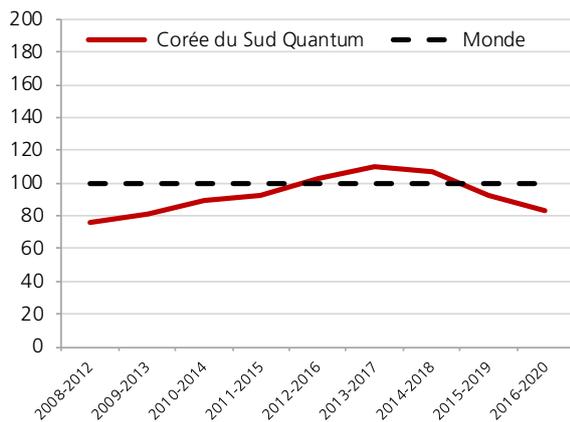
Evolution du nombre de publications Quantum



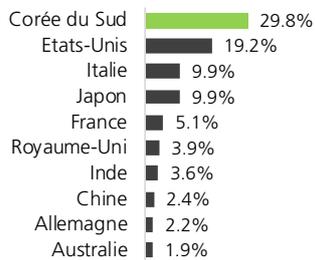
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



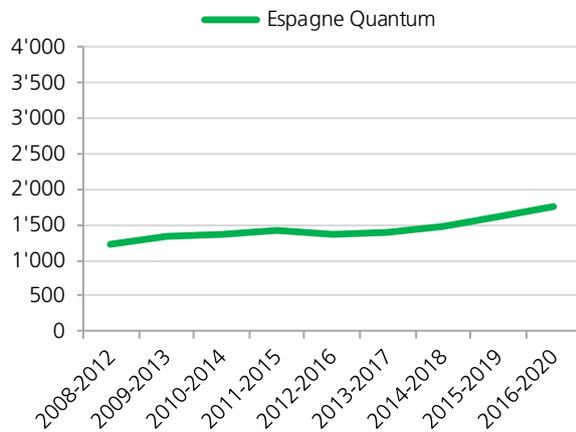
Partenariats, 2016-2020



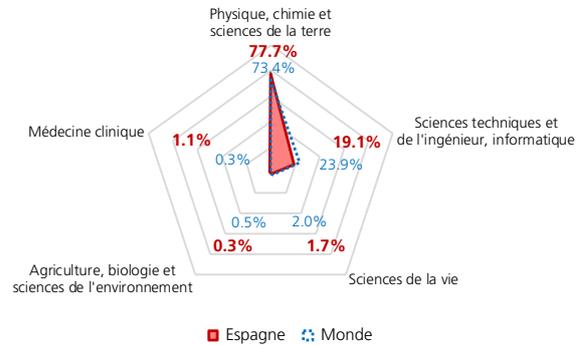
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, l'Italie et le Japon. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,2% et place la Suisse au rang 23 des pays partenaires de la Corée du Sud.

# Espagne

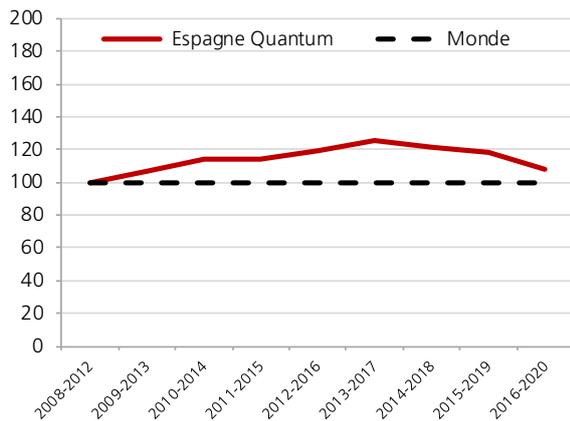
Evolution du nombre de publications Quantum



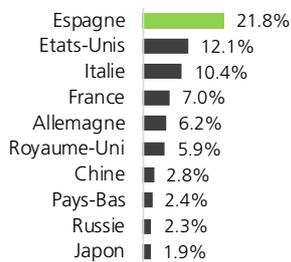
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



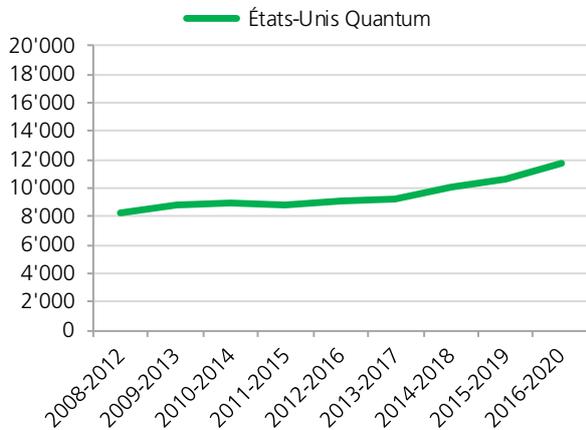
Partenariats, 2016-2020



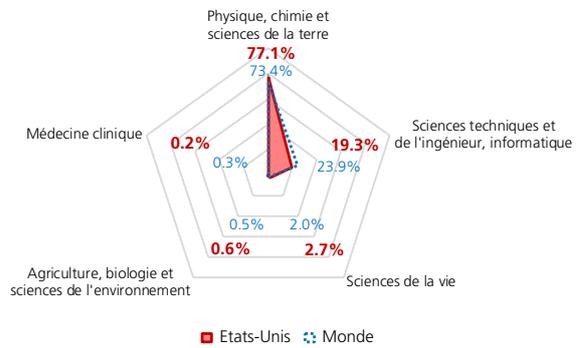
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, l'Italie et la France. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 1,5% et place la Suisse au rang 14 des pays partenaires de l'Espagne.

# Etats-Unis

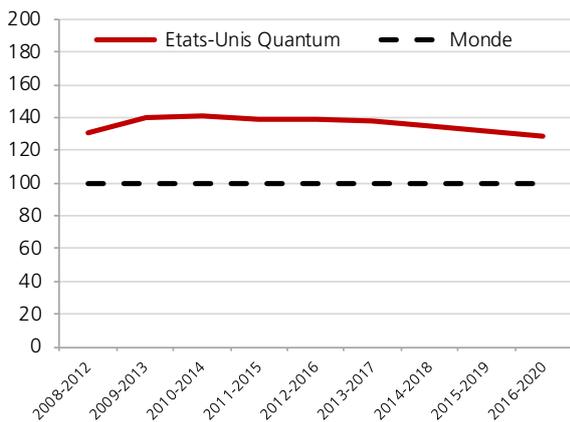
Evolution du nombre de publications Quantum



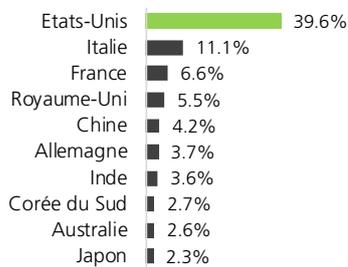
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



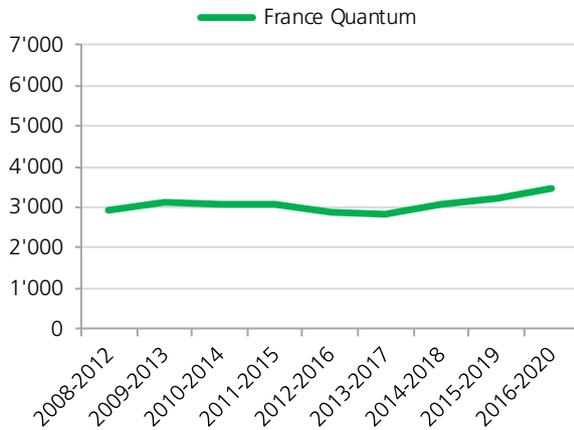
Partenariats, 2016-2020



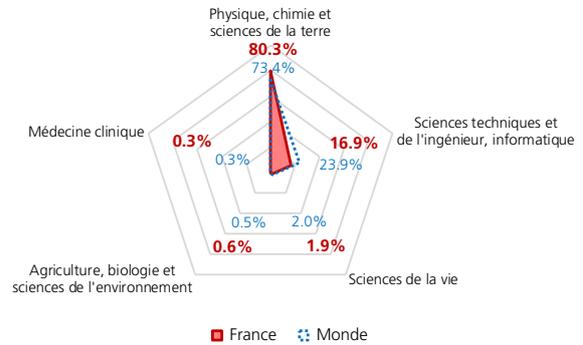
Les Etats-Unis ont une grande collaboration nationale (presque 40%), viennent ensuite l'Italie, la France et le Royaume-Uni. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,8% et place la Suisse au rang 18 des pays partenaires des Etats-Unis.

# France

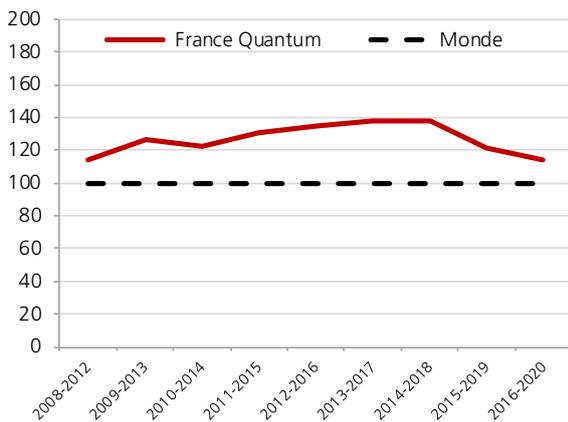
Evolution du nombre de publications Quantum



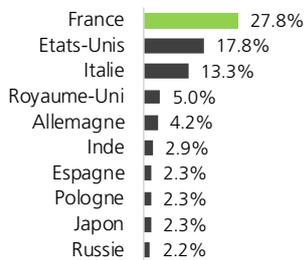
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



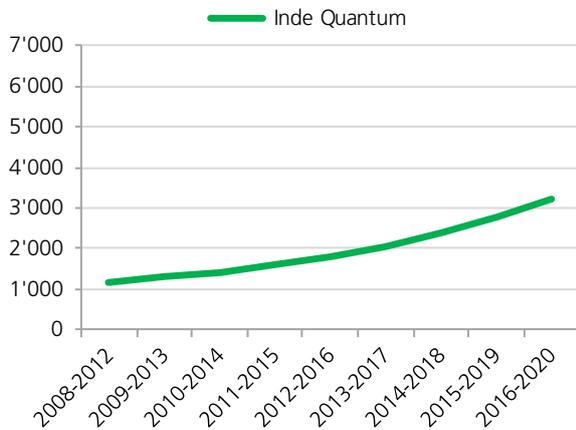
Partenariats, 2016-2020



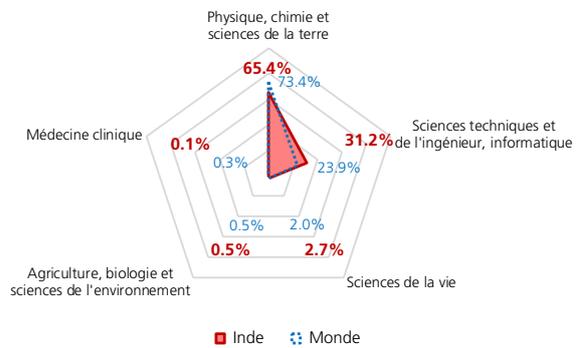
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis et l'Italie. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 1,1% et place la Suisse au rang 16 des pays partenaires de la France.

# Inde

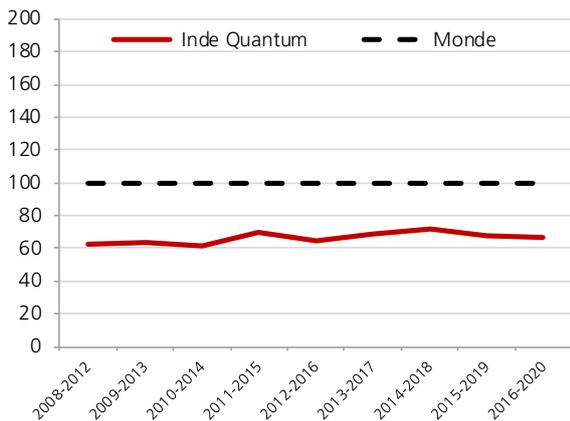
Evolution du nombre de publications Quantum



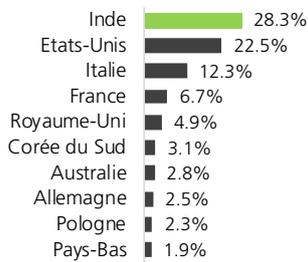
Profil de recherche, 2016-2020



## Impact



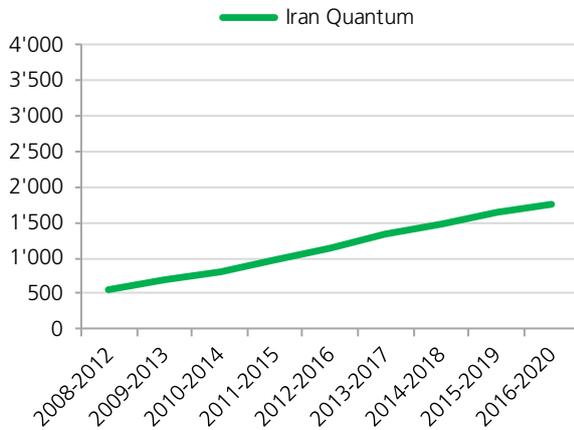
## Partenariats, 2016-2020



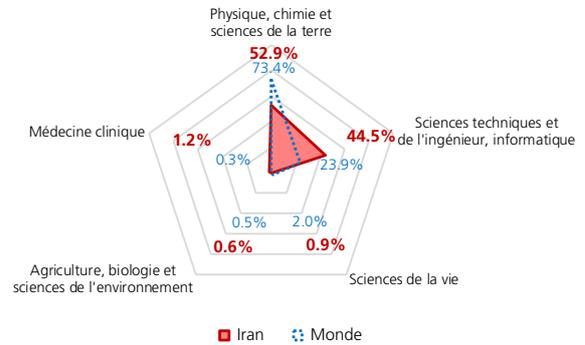
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis et l'Italie. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,2% et place la Suisse au rang 26 des pays partenaires de l'Inde.

# Iran

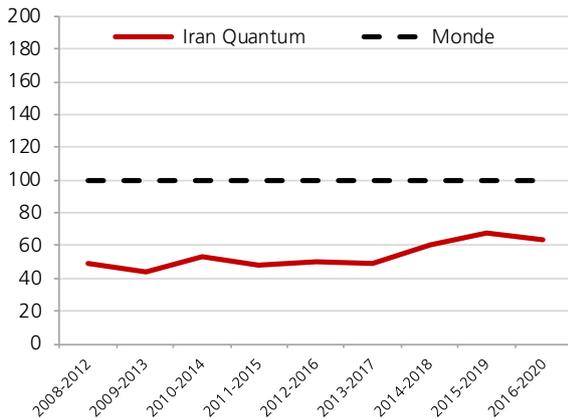
Evolution du nombre de publications Quantum



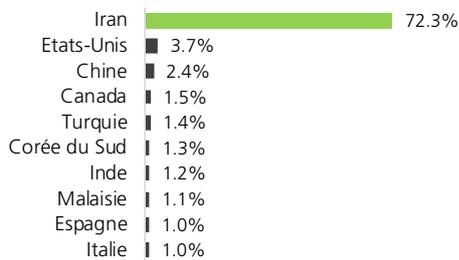
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



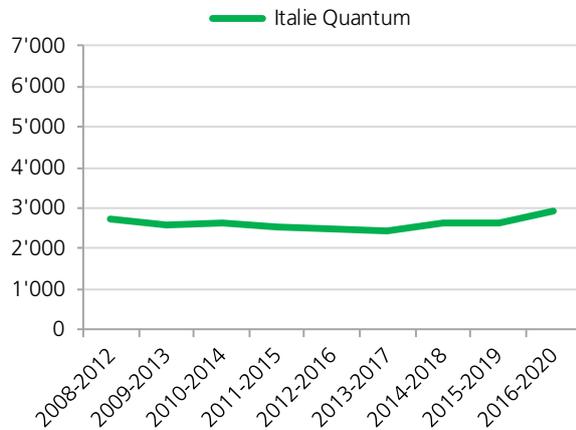
Partenariats, 2016-2020



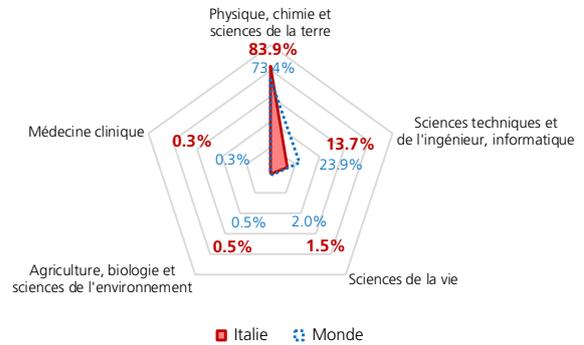
La collaboration nationale est très importante (environ 73%), et est suivi par les collaborations avec les Etats-Unis, la Chine et la Canada. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,7% et place la Suisse au rang 16 des pays partenaires de l'Iran.

# Italie

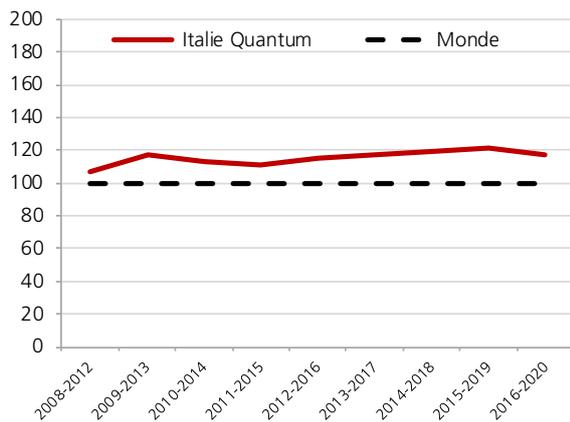
Evolution du nombre de publications Quantum



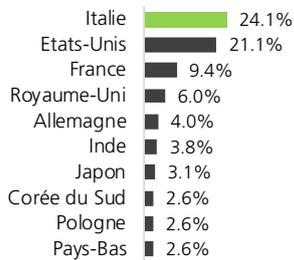
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



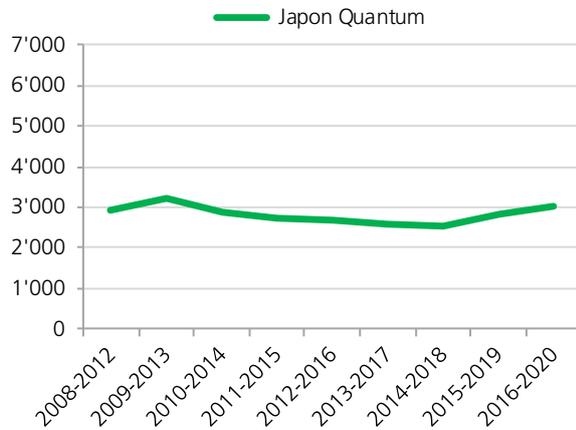
Partenariats, 2016-2020



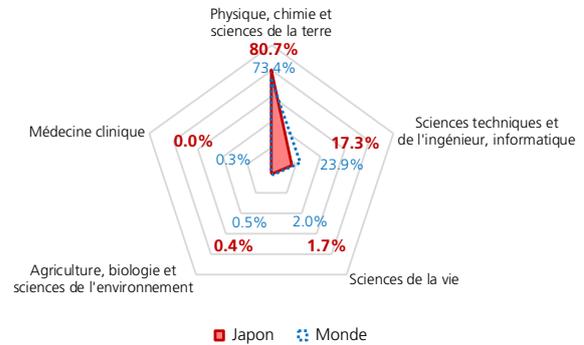
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, la France et le Royaume-Uni. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,9% et place la Suisse au rang 18 des pays partenaires de l'Italie.

# Japon

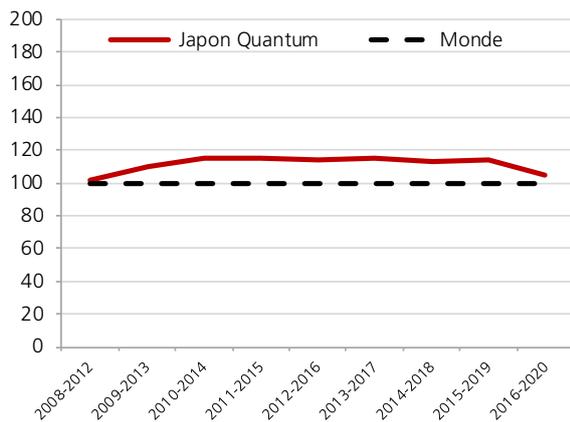
Evolution du nombre de publications Quantum



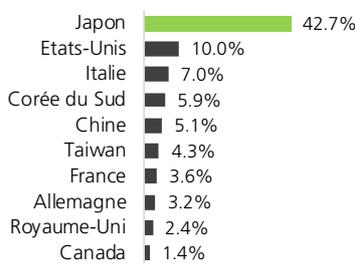
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



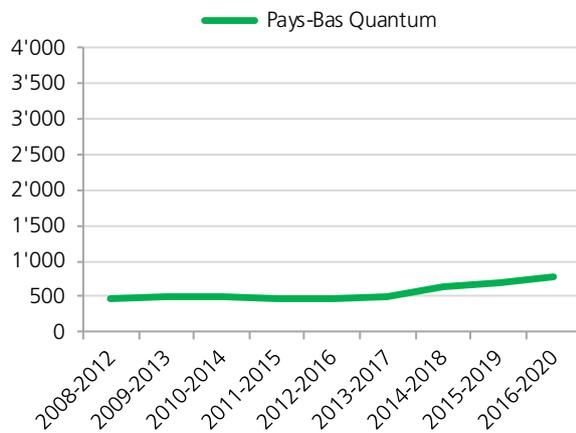
Partenariats, 2016-2020



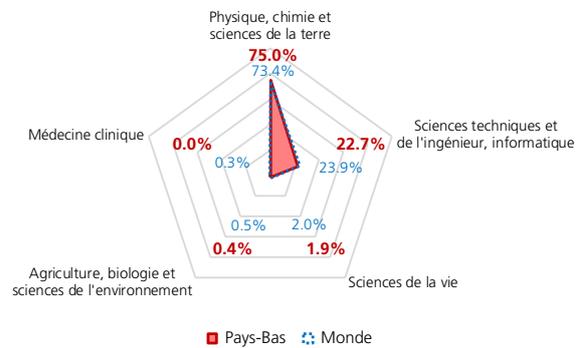
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec les Etats-Unis, l'Italie et la Corée du Sud. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,7% et place la Suisse au rang 17 des pays partenaires du Japon.

# Pays-Bas

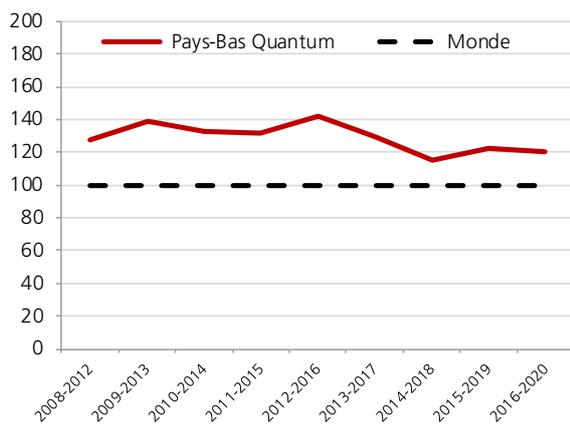
Evolution du nombre de publications Quantum



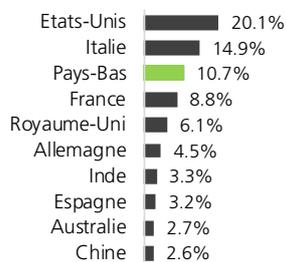
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



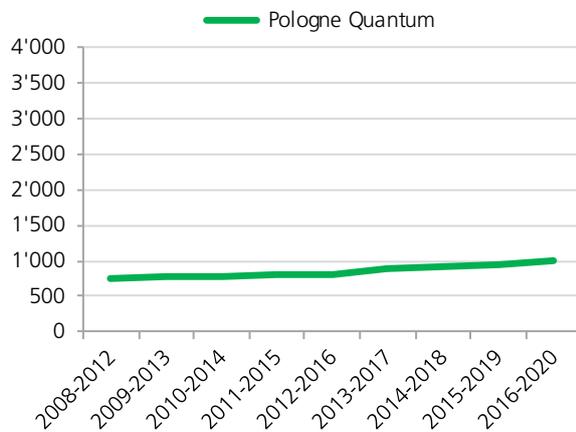
Partenariats, 2016-2020



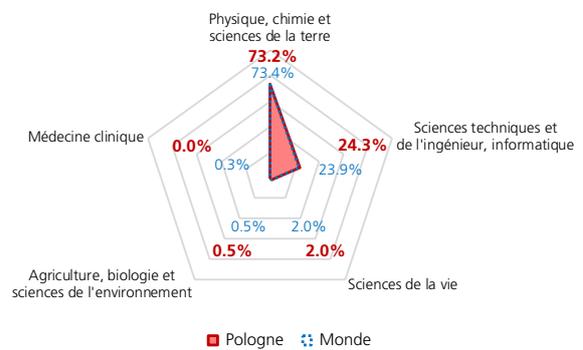
Les Pays-Bas collaborent le plus avec les Etats-Unis puis l'Italie. La collaboration nationale arrive seulement en 3<sup>ème</sup> position. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 1,5% et place la Suisse au rang 15 des pays partenaires des Pays-Bas.

# Pologne

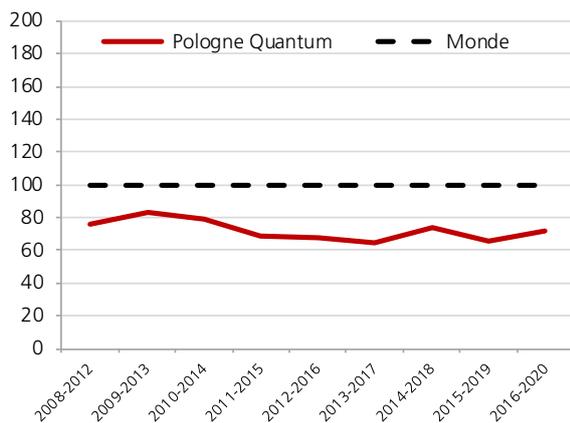
Evolution du nombre de publications Quantum



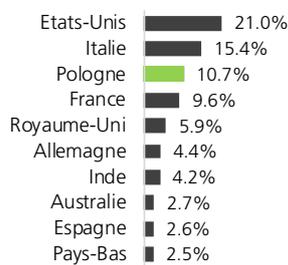
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



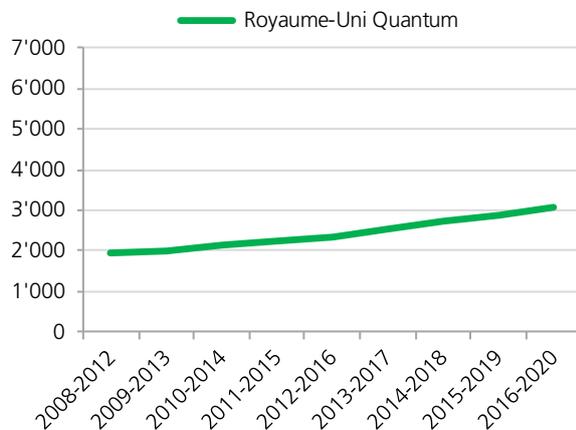
Partenariats, 2016-2020



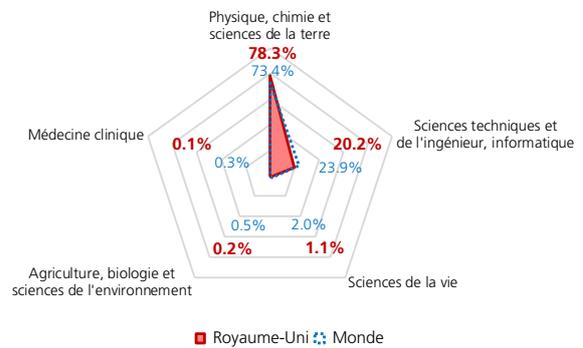
La Pologne collabore le plus avec les Etats-Unis puis l'Italie. La collaboration nationale arrive seulement en 3<sup>ème</sup> position. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,6% et place la Suisse au rang 19 des pays partenaires de la Pologne.

# Royaume-Uni

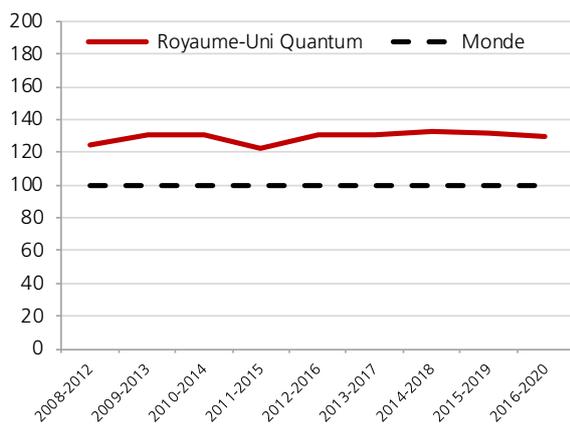
Evolution du nombre de publications Quantum



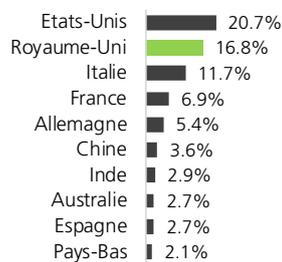
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



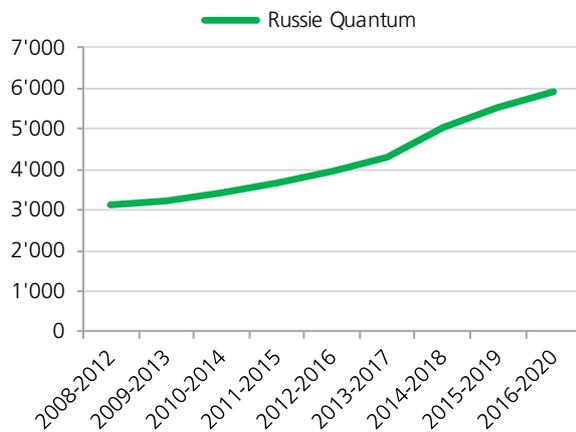
Partenariats, 2016-2020



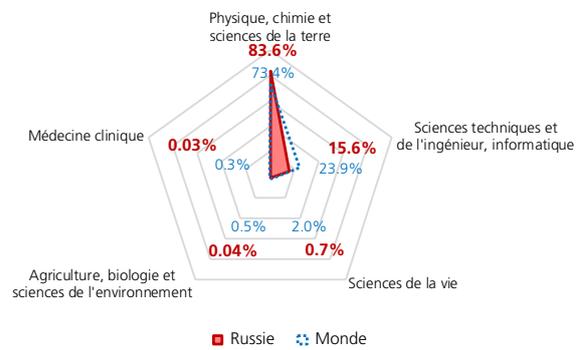
Le Royaume-Uni collabore le plus avec les Etats-Unis, suivi de la collaboration nationale, l'Italie et la France. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 1,5% et place la Suisse au rang 16 des pays partenaires du Royaume-Uni.

# Russie

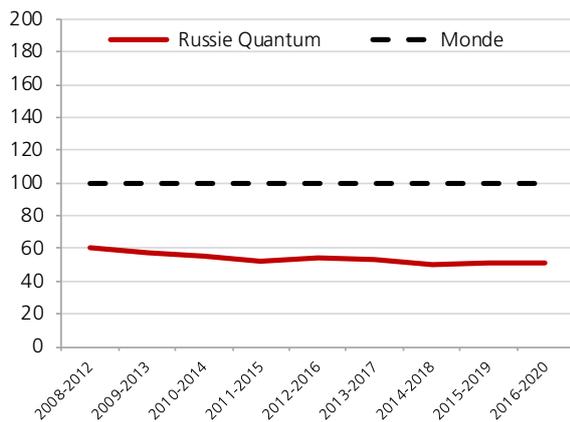
Evolution du nombre de publications Quantum



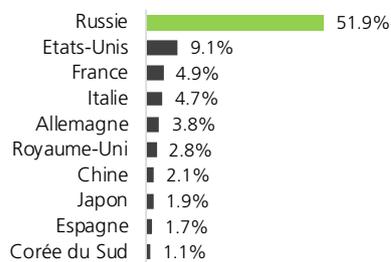
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



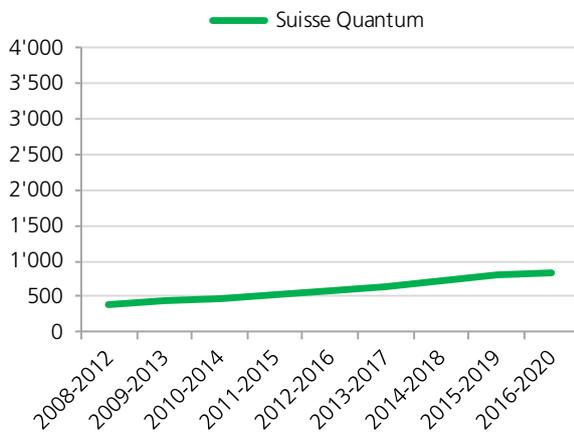
Partenariats, 2016-2020



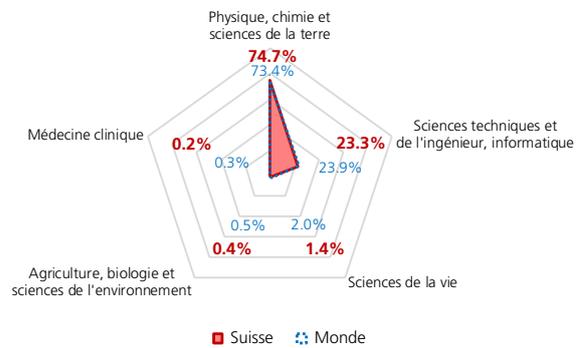
La Russie a une forte collaboration nationale, puis viennent ensuite les Etats-Unis, la France et l'Italie. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,5% et place la Suisse au rang 22 des pays partenaires de la Russie.

# Suisse

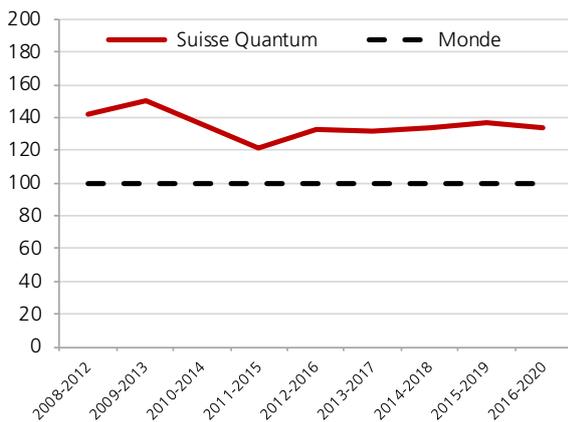
Evolution du nombre de publications Quantum



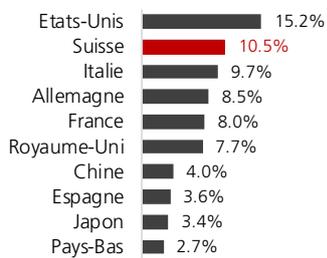
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



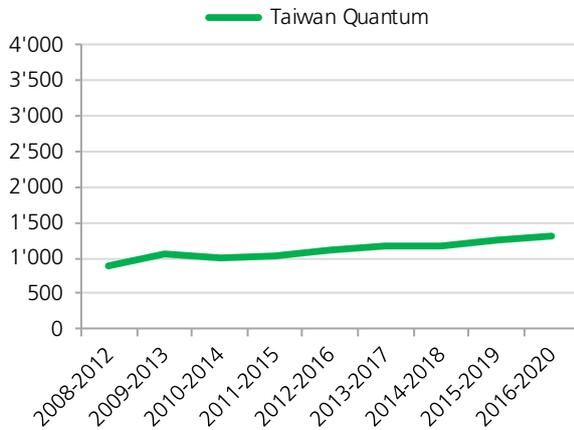
Partenariats, 2016-2020



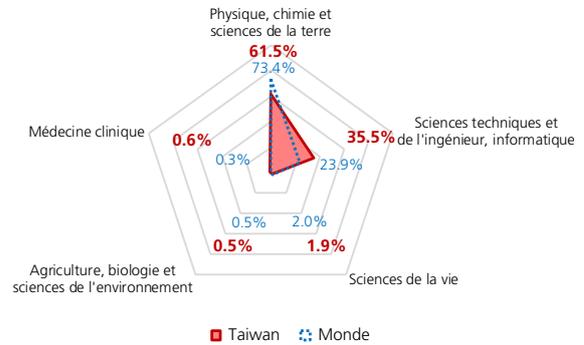
La Suisse collabore le plus avec les Etats-Unis, suivi de la collaboration nationale (10,5%), et ensuite l'Italie, l'Allemagne et la France.

# Taiwan

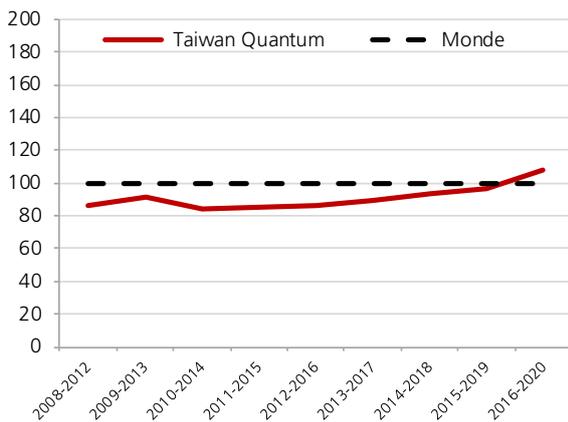
Evolution du nombre de publications Quantum



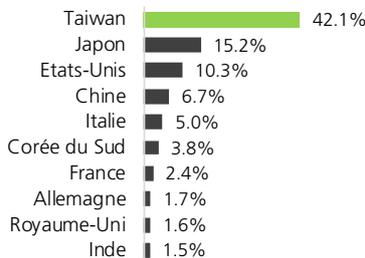
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



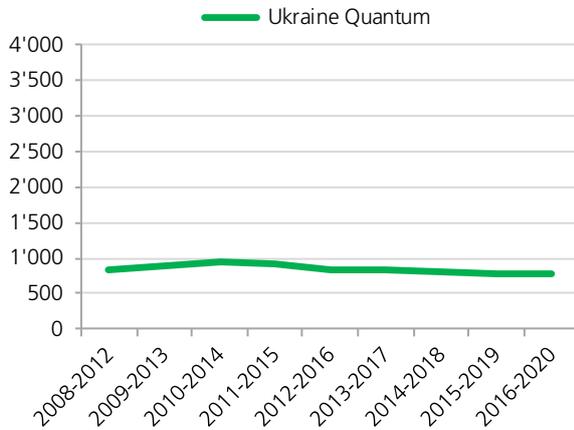
Partenariats, 2016-2020



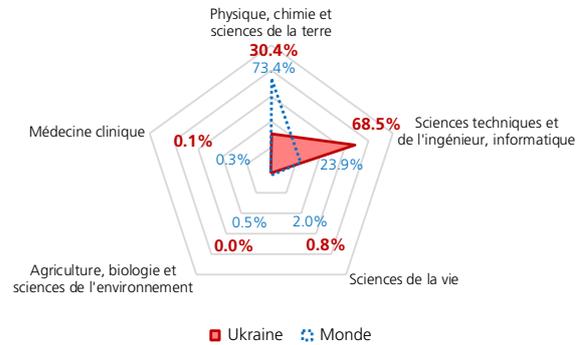
La collaboration nationale arrive en premier rang, suivie par les collaborations avec le Japon, les Etats-Unis et la Chine. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,4% et place la Suisse au rang 18 des pays partenaires de Taiwan.

# Ukraine

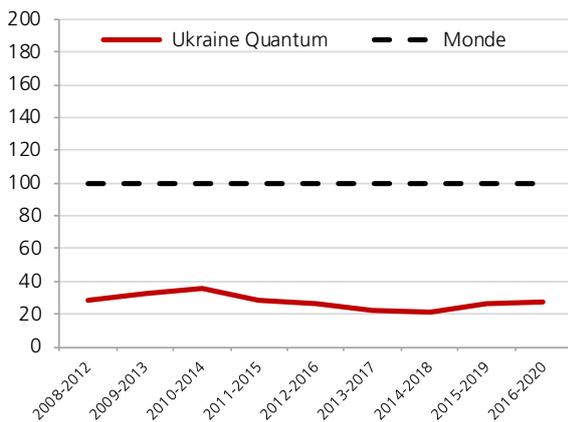
Evolution du nombre de publications Quantum



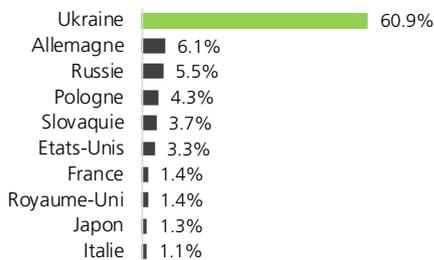
Profil de recherche, 2016-2020



Impact



Partenariats, 2016-2020



La collaboration nationale est très importante, et est suivi par les collaborations avec l'Allemagne, la Russie et la Pologne. Son taux de partenariats avec la Suisse est de 0,1% et place la Suisse au rang 31 des pays partenaires de l'Ukraine.

## B Méthodes

### B.1 Bases de données

Les bases de données utilisées dans le présent rapport sont les suivantes : le *Science Citation Index Expanded (SCIE)*, le *Social Science Citation Index Expanded (SSCIE)*, le *Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)* et le *Emerging Sources Citation Index (ESCI)* de la société Clarivate Analytics (anciennement Thomson Reuters), pour les années 2008 à 2020. Ces bases de données contiennent les références bibliographiques des articles publiés dans près de 24'000 journaux scientifiques à comité de lecture (*peer-review*), généralement d'audience internationale. La sélection des journaux est effectuée par Clarivate Analytics selon un processus d'évaluation<sup>2</sup>. Les articles qui ne sont pas enregistrés dans cette base de données (tout comme les articles parus dans des journaux grand public, les livres, ou les conférences) sont donc ignorés de l'analyse bibliométrique.

### B.2 Volume de publications

L'un des enjeux méthodologiques majeurs réside dans la manière de décompter les publications. En effet, un article scientifique a généralement plusieurs auteurs, peut contenir une ou plusieurs adresses institutionnelles (affiliation institutionnelle des chercheurs) et les auteurs peuvent être issus d'un ou de plusieurs pays. Attribuer cet article à un seul auteur, à une seule institution ou à un seul pays serait injuste pour les autres auteurs, pays ou institutions.

Deux méthodes de décompte des publications scientifiques sont essentiellement utilisées par les spécialistes de la bibliométrie :

Le compte de présence (*full counting*) compte chaque adresse indiquée sur l'article comme une unité. Si un article n'a qu'un seul auteur, affilié à une institution dans un pays, alors cet article sera compté une seule fois. En cas d'institutions multiples (même s'il s'agit des mêmes auteurs), un article sera compté autant de fois que d'adresses institutionnelles qu'il comporte.

Le compte fractionnaire (*fractional counting*) divise chaque article par le nombre d'adresses institutionnelles indiquées par ses auteurs, de manière à ce que la somme des fractions correspondantes à chaque publication soit de 1. En cas d'institutions ou pays multiples, un article sera compté une fois mais chaque institution et pays se voit assigner une part (le pourcentage correspondant) de cet article.

Afin d'obtenir des informations comparables, il est impératif de recourir à la même classification de la production scientifique pour chaque institution ou chaque pays. Un moyen d'y parvenir consiste à classer les activités de recherche par domaines et sous-domaines de recherche, ce qui permet, ensuite, de les comparer sur la base de leur participation à chacun de ces champs de recherche. La classification retenue est celle du *Current Contents (CC)*. Elle regroupe les activités de recherche en sept domaines de recherche (« Sciences techniques et de l'ingénieur, informatique », « Physique, chimie et sciences de la terre », « Agriculture, biologie et sciences de l'environnement », « Sciences de la vie », « Médecine clinique », « Sciences sociales et comportementales », « Sciences humaines et arts ») eux même subdivisés en 109 sous-domaines (voir liste ci-après).

---

<sup>2</sup> Voir « journal selection » : <https://clarivate.com/essays/journal-selection-process/>

Liste des sept domaines de recherche et des 109 sous-domaines de recherche

### **Engineering, Computing & Technology**

AI, Robotics & Automatic Control  
Aerospace Engineering  
Chemical Engineering  
Civil Engineering  
Computer Science & Engineering  
Electrical & Electronics Engineering  
Engineering Management / General  
Engineering Mathematics  
Environmental Engineering & Energy  
Geological, Petroleum & Mining Engineering  
Information Technology & Communications Systems  
Instrumentation & Measurement  
Materials Science & Engineering  
Mechanical Engineering  
Metallurgy  
Nuclear Engineering  
Optics & Acoustics

### **Physical, Chemical & Earth Sciences**

Applied Physics / Condensed Matter / Materials Science  
Chemistry  
Earth Sciences  
Inorganic & Nuclear Chemistry  
Mathematics  
Multidisciplinary in Physical, Chemical & Earth Sciences  
Organic Chemistry / Polymer Science  
Physical Chemistry / Chemical Physics  
Physics  
Space Science  
Spectroscopy / Instrumentation / Analytical Sciences

### **Agriculture, Biology & Environmental Sciences**

Agricultural Chemistry  
Agriculture / Agronomy  
Animal Sciences  
Aquatic Sciences  
Biology  
Biotechnology & Applied Microbiology  
Entomology / Pest Control  
Environment / Ecology  
Food Science / Nutrition  
Multidisciplinary in Agriculture, Biology & Environmental Sciences  
Plant Sciences  
Veterinary Medicine / Animal Health

### **Life Sciences**

Animal & Plant Science  
Biochemistry & Biophysics  
Cardiovascular & Hematology Research  
Cell & Developmental Biology  
Chemistry & Analysis  
Endocrinology, Nutrition & Metabolism  
Experimental Biology  
Immunology  
Medical Research, Diagnosis & Treatment  
Medical Research, General Topics  
Medical Research, Organs & Systems  
Microbiology  
Molecular Biology & Genetics  
Multidisciplinary in Life Sciences  
Neurosciences & Behavior  
Oncogenesis & Cancer Research  
Pharmacology & Toxicology  
Physiology

### **Clinical Medicine**

Anesthesia & Intensive Care  
Cardiovascular & Respiratory Systems  
Clinical Immunology & Infectious Disease  
Clinical Psychology & Psychiatry  
Dentistry / Oral Surgery & Medicine  
Dermatology  
Clin. Endocrinology, Metabolism & Nutrition  
Environmental Medicine & Public Health  
Gastroenterology & Hepatology  
General & Internal Medicine  
Health Care Sciences & Services  
Hematology  
Neurology  
Nursing  
Oncology  
Ophthalmology  
Orthopedics, Rehabilitation & Sports Medicine  
Otolaryngology  
Pediatrics  
Clin. Pharmacology / Toxicology  
Radiology, Nuclear Medicine & Imaging  
Reproductive Medicine  
Research / Laboratory Medicine & Medical Technology  
Rheumatology  
Surgery  
Urology & Nephrology

### **Social & Behavioral Sciences**

Anthropology  
Communication  
Economics  
Education  
Environmental Studies, Geography & Development  
Law  
Library & Information Sciences  
Management  
Political Science & Public Administration  
Psychiatry  
Psychology  
Public Health & Health Care Science  
Rehabilitation  
Social Work & Social Policy  
Sociology & Social Sciences

### **Arts & Humanities**

Archaeology  
Art & Architecture  
Classical Studies  
General  
History  
Language & Linguistics  
Literature  
Performing Arts  
Philosophy  
Religion & Theology

### **B.3 Impact (indicateur relatif de citations)**

Une publication scientifique cite en général d'autres publications sur lesquelles elle s'appuie. L'impact se calcule à partir du nombre de citations reçu par publication. En principe, plus une publication est citée plus son « impact » est considéré comme important. Cela peut laisser penser que le nombre absolu de citations est une mesure adéquate de l'impact. C'est vrai à l'intérieur d'un domaine de recherche mais pas entre domaines. Le nombre de citations dépendant des habitudes de publications et de citations qui peuvent être très diverses selon les domaines de recherche, il est indispensable de calculer un indicateur relativisé et normé pour être en mesure de faire des comparaisons non biaisées entre les différents domaines. Le nombre absolu de citations que reçoivent les publications est relativisé par la moyenne mondiale de citations par publication pour chaque domaine de recherche, puis cet indicateur relatif est normé sur une échelle de 0 à 200 où 100 représente la moyenne mondiale.

Pour le calcul de cet indicateur, un minimum de 50 publications par an est requis.

### **B.4 Partenariats**

Pour cet indicateur, seuls les articles écrits en coopération sont pris en compte. Les partenariats sont déterminés par le nombre de paires de partenariats entre les adresses institutionnelles des auteurs se trouvant sur une même publication. Pour le présent indicateur, les publications sont dénombrées en *full counting*: un article écrit en collaboration est attribué à chaque adresse institutionnelle, respectivement, à chaque pays contributeur. Le nombre de partenariats ne désigne donc pas un nombre d'articles, mais la fréquence avec laquelle un pays est impliqué dans des collaborations. Le dénombrement des adresses permet de calculer aussi bien les collaborations nationales que les collaborations avec des pays étrangers, les résultats respectifs (international ou national) étant exprimés en pourcent du total des partenariats du pays.

## **C Références**

SEFRI 2022 « Les publications scientifiques en Suisse, 2008-2020 ; Une analyse bibliométrique de la recherche scientifique en Suisse ». Cette étude est disponible sur le site du SEFRI, sous la rubrique Publications & Services/ Publications ou sous

[https://www.sbf.admin.ch/dam/sbf/fr/dokumente/webshop/2022/pub-08-20.pdf.download.pdf/analyse-bibliometrique\\_2022\\_f.pdf](https://www.sbf.admin.ch/dam/sbf/fr/dokumente/webshop/2022/pub-08-20.pdf.download.pdf/analyse-bibliometrique_2022_f.pdf)