Les sciences de la mer au Canada : Relever le défi, saisir l'opportunité

Appendices

Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

LES SCIENCES DE LA MER AU CANADA : RELEVER LE DÉFI, SAISIR L'OPPORTUNITÉ

Le comité d'experts sur les sciences de la mer au Canada

Table of Contents

Appendice A Renseignements supplémentaires sur la capacité du Canada en sciences de la mer 1
A1 Capacité humaine 1
A2 Organisations et réseaux 2
A3 Financement des sciences de la mer 3

Appendice B Comparaisons bibliométriques entre le Canada et d'autres grands pays en sciences de la mer 5
B1 Entités bibliométriques 5
B2 Position du Canada dans la production en sciences de la mer relativement aux autres grands pays par thème de recherche 5
B3 Collaboration entre les organisations canadiennes en sciences de la mer 11
B4 Collaboration entre les organisations internationales en sciences de la mer 13
B5 Collaboration internationale du Canada en sciences de la mer 16

Acronymes fréquemment employés

Acronymes du réseau des organisations canadiennes

Les acronymes suivants sont utilisés pour identifier les organisations canadiennes qui apparaissent dans les figures tout au long de cet appendice.

AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada
ACIA	Agence canadienne d'inspection des aliments
ACWERN	Atlantic Cooperative Wildlife Ecology Research Network
Algues Acadiennes	Les Algues Acadiennes Limitée
ASL	ASL Environmental Sciences Inc.
BCMAL	ministère de l'Agriculture et des Terres de la Colombie-Britannique
BMSC	Bamfield Marine Sciences Centre
C-CORE	Centre for Cold Ocean Resources Engineering
CEN	Centre d'études nordiques
CMR	Collège militaire royal du Canada
CNRC	Conseil national de recherches du Canada
EACL	Énergie atomique du Canada Limitée
EC	Environnement Canada
ETS	École de technologie supérieure
GCC	Garde côtière canadienne
Geotop	Centre de recherche en géochimie et géodynamique
Golder	Golder Associates Ltd.
HBI	Hotchkiss Brain Institute
Hydro-Québec	Hydro-Québec
ICRA	Institut canadien de recherches avancées
INRS A-F	Institut national de la recherche scientifique, Institut Armand-Frappier
INRS-ETE	Institut national de la recherche scientifique, Centre eau, terre et environnement
LGL	LGL Limitée
MAPAQ	ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MC nature	Musée canadien de la nature
MDN	Défense Nationale Canada
MEO	ministère de l'Environnement de l'Ontario
MFCB	ministère des Forêts, du Territoire et des Opérations des ressources naturelles de la Colombie-Britannique
MPO	Pêches et Océans Canada
MRNFQ	ministère des Ressources Naturelles et de la Faune du Québec
MRNO	ministère des Richesses naturelles de l'Ontario
NEPTUNE	NEPTUNE Canada
NSAC	Collège d'agriculture de la Nouvelle-Écosse
Okapi Wildlife Associates	Okapi Wildlife Associates
Ouranos	Consortium Ouranos
Paprican	Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers
PC	Parcs Canada
Québec-Océan	Québec-Océan
RBCM	Royal British Columbia Museum
RNCan	Ressources naturelles Canada
ROM	Musée royal de l'Ontario
RTM	Royal Tyrrell Museum
SAIC	Science Applications International Corporation
SC	Santé Canada
SEVE	Society for the Exploration and Valuing of the Environment
SFU	Université Simon Fraser
SHC	Service hydrographique du Canada

SL Ross	SL Ross Environmental Research Ltd.
U Acadia	Université Acadia
U Brandon	Université de Brandon
U Brock	Université Brock
U Carleton	Université Carleton
U Concordia	Université Concordia
U Dal	Université Dalhousie
U de Î.-P.-É.	Université de l'Île-du-Prince-Édouard
U de Lethbridge	Université de Lethbridge
U de Moncton	Université de Moncton
U de Regina	Université de Regina
U de Winnipeg	Université de Winnipeg
U du Manitoba	Université du Manitoba
U Lakehead	Université Lakehead
U Laurentian	Université Laurentian
U Laval	Université Laval
U McGill	Université McGill
U McMaster	Université McMaster
U Nipissing	Université Nipissing
U Queen's	Université Queen's
U Ryerson	Université Ryerson
U Sherbrooke	Université de Sherbrooke
U StFX	Université St. Francis Xavier
U Trent	Université Trent
U Waterloo	Université de Waterloo
U Windsor	Université de Windsor
U York	Université York
UBC	Université de la Colombie-Britannique
UCB	Université Cape Breton
UdeA	Université de l'Alberta
UdeC	Université de Calgary
UdeG	Université de Guelph
UdeM	Université de Montréal
UdeS	Université de Sherbrooke
UdeT	Université de Toronto
UMT	Université Memorial de Terre-Neuve
UMtA	Université Mount Allison
UNB	Université du Nouveau-Brunswick
UOIT	Institut universitaire de technologie de l'Ontario
uOttawa	Université d'Ottawa
UQ (mixte)	Université du Québec (mixte)
UQAC	Université du Québec à Chicoutimi
UQAM	Université du Québec à Montréal
UQAR	Université du Québec à Rimouski
UQTR	Université du Québec à Trois-Rivières
USask	Université de la Saskatchewan
USM	Université Saint Mary's
UVic	Université de Victoria
UWL	Université Wilfrid Laurier
UWO	Université Western
Vancouver Aquarium	Centre de sciences marines de l'Aquarium de Vancouver
VCH	Vancouver Coastal Health
VIU	Université de l'Île de Vancouver

Acronymes du réseau des organisations internationales

Les acronymes suivants sont utilisés pour identifier les organisations internationales qui apparaissent dans les figures tout au long de cet appendice.

Academia Sinica	Académie centrale de recherche de Taiwan
Académie des sc. de Chine	Académie des sciences de Chine
Académie des sc. de la Rép. tchèque	Académie des sciences de la République tchèque
Académie des sc. de Pologne	Académie des sciences de Pologne
Académie des sc. de Russie	Académie des sciences de Russie
Académie des sc. géol. de Chine	Académie des sciences géologiques de Chine
AIST	Advanced Industrial Science and Technology
ANS d'Ukraine	Académie nationale des sciences d'Ukraine
ANU	Université nationale d'Australie
CAFS	Académie des sciences de la pêche de Chine
CalTech	Institut de technologie de Californie
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CEFAS	Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science
CNR	Conseil national de recherche d'Italie
CNRS	Centre national de la recherche scientifique (France)
CONACYT	Conseil national des sciences et de la technologie (Mexique)
CONICET	Conseil national de la recherche scientifique et technique (Argentine)
CSIC	Conseil national de la recherche (Espagne)
CSIR	Conseil de la recherche scientifique et industrielle (Inde)
CSIRO	Commonwealth Science and Industrial Research Organisation
CSU	Université d'État du Colorado
CWM	Collège William and Mary
DTU	Université technique du Danemark
EC	Environnement Canada
ETH Zurich	École polytechnique fédérale de Zurich
FSU	Université d'État de Floride
Georgia Tech	Institut de technologie de la Géorgie
Helmholtz	Association des centres de recherche allemands Helmholz
HIT	Institut de technologie de Harbin
ICL	Imperial College de Londres
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IMR	Institute of Marine Research (Norvège)
INRA	Institut national de la recherche agronomique (France)
IPN	Institut polytechnique national (Mexique)
IRD	Institut de recherche pour le développement (France)
JAMSTEC	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
J-FRA	Fisheries Research Agency (Japon)
KIOST	Institut coréen des sciences et de la technologie océaniques
Leibniz	Association Leibniz
ME-PRC	Ministère de l'éducation de la République populaire de Chine
MHN	Musée d'histoire naturelle (Londres)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MNHN	Musée national d'histoire naturelle
MPG	Société Max Planck
MPO	Pêches et Océans Canada
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NERC	Natural Environment Research Council

NIWA	National Institute of Water and Atmospheric Research
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NTNU	Université norvégienne de sciences et de technologie
NTOU	Université nationale de l'océan de Taiwan
NTU	Université nationale de Taiwan
NUS	Université nationale de Singapour
NWO	Organisation pour la recherche scientifique des Pays-Bas
PNY	Université nationale de Pukyong
RNCan	Ressources naturelles Canada
SFU	Université Simon Fraser
SJTU	Université Jiao Tong de Shanghai
Smithsonian	Smithsonian Institution
SNU	Université nationale de Séoul
SOA	State Oceanic Administration (Chine)
Statoil	Statoil ASA
Texas A&M	Université Texas A&M à College Station
TU Delft	Université de technologie de Delft
U Cardiff	Université de Cardiff
U Columbia	Université Columbia
U Cornell	Université Cornell
U d'Aarhus	Université d'Aarhus
U d'Aberdeen	Université d'Aberdeen
U d'Adelaide	Université d'Adelaide
U d'Aix-Marseille	Université d'Aix-Marseille
U d'Auckland	Université d'Auckland
U d'East Anglia	Université d'East Anglia
U d'Edinburgh	Université d'Edinburgh
U d'État de l'Ohio	Université d'État de l'Ohio
U d'État de la Caroline du Nord	Université d'État de la Caroline du Nord
U d'État de la Louisiane	Université d'État de la Louisiane et Collège d'agriculture et de mécanique
U d'État de la Pennsylvanie	Université d'État de la Pennsylvanie
U d'État de Moscou	Université d'État de Moscou
U d'Hambourg	Université de Hambourg
U d'Helsinki	Université d'Helsinki
U d'Oslo	Université d'Oslo
U d'Otago	Université d'Otago
U d'Oxford	Université d'Oxford
U d'Uppsala	Université d'Uppsala
U d'Utrecht	Université d'Utrecht
U Dal	Université Dalhousie
U Dalian	Université de technologie Dalian
U de Barcelone	Université de Barcelone
U de Bergen	Université de Bergen
U de Brême	Université de Brême
U de Bristol	Université de Bristol
U de Cambridge	Université de Cambridge
U de Cape Town	Université de Cape Town
U de Copenhague	Université de Copenhague
U de Floride	Université de Floride
U de Georgia	Université de Georgie
U de Gothenburg	Université de Gothenburg

U de Kiel	Université de Kiel
U de l'Alaska, Fairbanks	Université de l'Alaska à Fairbanks
U de l'Algarve	Université de l'Algarve
U de l'Arizona	Université de l'Arizona
U de l'État de NY, Stony Brook	Université d'État de New York à Stony Brook
U de l'Ill., Urbana-Champaign	Université de l'Illinois à Urbana-Champaign
U de l'Oregon	Université d'État de l'Oregon
U de la Cal., Berkeley	Université de la Californie à Berkeley
U de la Cal., Davis	Université de la Californie à Davis
U de la Cal., San Diego	Université de la Californie à San Diego
U de la Cal., Santa Barbara	Université de la Californie à Santa Barbara
U de la Cal., Santa Cruz	Université de la Californie à Santa Cruz
U de la Car. du Nord, Chapel Hill	Université de la Caroline du Nord à Chapel Hill
U de la Car. du Sud	Université de la Caroline du Sud
U de la Tasmanie	Université de la Tasmanie
U de Leeds	Université de Leeds
U de Lisbonne	Université de Lisbonne
U de Lund	Université de Lund
U de Melbourne	Université de Melbourne
U de Miami	Université de Miami
U de Montpellier 2	Université de Montpellier 2
U de Nagoya	Université de Nagoya
U de Nanjing	Université de Nanjing
U de Newcastle	Université de Newcastle
U de Pékin	Université de Pékin
U de Plymouth	Université de Plymouth
U de Porto	Université de Porto
U de Rio	Université fédérale de Rio de Janeiro
U de Southampton	Université de Southampton
U de St. Andrews	Université de St. Andrews
U de Stockholm	Université de Stockholm
U de Sydney	Université de Sydney
U de Tohoku	Université de Tohoku
U de Tokyo	Université de Tokyo
U de Tromsø	Université de Tromsø
U de Washington	Université de Washington
U de Wuhan	Université de Wuhan
U de Xiamen	Université de Xiamen
U de Zhejiang	Université de Zhejiang
U du Col., Boulder	Université du Colorado à Boulder
U du Connecticut	Université du Connecticut
U du Delaware	Université du Delaware
U du Maine	Université du Maine
U du Michigan	Université du Michigan
U du Min., Twin Cities	Université du Minnesota à Twin Cities
U du New Hampshire	Université du New Hampshire
U du Queensland	Université du Queensland
U du Sud de la Californie	Université du Sud de la Californie
U du Texas, Austin	Université du Texas à Austin
U du Wisconsin, Madison	Université du Wisconsin à Madison
U Duke	Université Duke
U Ghent	Université de Gand

U Harvard	Université Harvard
U Hokkaido	Université de Hokkaido
U James Cook	Université James Cook
U Kyoto	Université de Kyoto
U Kyushu	Université de Kyushu
U McGill	Université McGill
U Monash	Université Monash
U Ocean	Université des sciences de la mer de Chine
U Paul Sabatier	Université Paul Sabatier
U Princeton	Université Princeton
U Rutgers	Université Rutgers
U Stanford	Université Stanford
U Sun Yat-sen	Université Sun Yat-sen
U Tongji	Université Tongji
U Tsinghua	Université Tsinghua
U Yale	Université Yale
UBC	Université de la Colombie-Britannique
UCL	University College de Londres
UCLA	Université de la Californie à Los Angeles
UCM	Université Complutense de Madrid
UdeA	Université de l'Alberta
UdeT	Université de Toronto
UH Manoa	Université d'Hawaï à Manoa
UHK	Université de Hong Kong
UMCP	Université du Maryland à College Park
UMST de Tokyo	Université de sciences et de technologie marines de Tokyo
UMT	Université Memorial de Terre-Neuve
UNAM	Université nationale autonome du Mexique
Unesp	Université d'État de Sao Paulo
Unibo	Université de Bologne
Unige	Université de Gênes
Unipd	Université de Padoue
Uniroma1	Université La Sapienza de Rome
UNSW	Université de la Nouvelle-Galles du Sud
UPMC	Université Pierre et Marie Curie
URI	Université du Rhode Island
US Navy	Forces navales des États-Unis
USC	Université de Saint-Jacques-de-Compostelle
USDA	département de l'Agriculture (États-Unis)
US-DOE	département de l'Énergie (États-Unis)
US-EPA	U.S. Environmental Protection Agency
USF	Université du Sud de la Floride
USGS	U.S. Geological Survey
USP	Université de São Paulo
UST	Université des sciences et des technologies
UVic	Université de Victoria
UWA	Université d'Australie occidentale
WOHI	Institut océanographique de Woods Hole
WUR	Université et centre de recherche de Wageningen

Appendice A
Renseignements supplémentaires sur la capacité du Canada en sciences de la mer

Ceci est un appendice au rapport de 2013 du Conseil des académies canadiennes, intitulé *Les sciences de la mer au Canada : Relever le défi, saisir l'opportunité.* Il fournit des renseignements supplémentaires sur les données, les méthodes et les sources d'information utilisées pour évaluer la capacité du Canada en sciences de la mer dans les catégories suivantes : la capacité humaine, les organisations et réseaux, et le financement.

A1 CAPACITÉ HUMAINE

Cette section présente des détails méthodologiques des analyses des données sur la capacité humaine présentées à la section 2.1 du rapport.

A1.1 Codes de la CPE de Statistique Canada utilisés pour identifier les programmes en sciences de la mer

Les codes de la Classification des programmes d'enseignement (CPE) de Statistique Canada ont été utilisés pour identifier les diplômés des programmes liés aux sciences de la mer dans la base de données du Système d'information sur les étudiants postsecondaires (SIEP) entre 2001 et 2009. Certains de ces programmes peuvent comprendre des diplômés dans des domaines qui ne sont pas liés aux sciences de la mer.

A1.2 Termes de recherche des chaires de recherche du Canada (CRC)

Les données sur les titulaires des chaires de recherche du Canada proviennent du programme des CRC et sont fondées sur une recherche effectuée dans la base de données, dans les champs *titre* et *mots clés*, à l'aide des termes suivants :

- Anglais : *ocean**, *marine*, *coast**, *estuar**, *tidal*, et *maritime*
- Français : *océan**, *marin**, *côte*, *côtière*, *côt**, *estuar**, *estuair**, *marée* et *maritime*

Tableau A1

Codes CPE utilisés pour identifier les diplômés des programmes de sciences de la mer dans la base de données du SIEP de Statistique Canada

Code CPE	Programme
01.0303	Aquaculture
01.1002	Technologie alimentaire et transformation des aliments
03.0205	Gestion des eaux, des terres humides et des ressources marines
03.0301	Sciences halieutiques et gestion des pêches
03.9999	Ressources naturelles et conservation, autre
14.0805	Génie des eaux
14.2201	Architecture navale et génie maritime
14.2401	Génie océanique
14.2501	Génie pétrolier
14.3901	Génie géologique/géophysique
15.0903	Technologie pétrolière – technicien
26.1302	Biologie marine et océanographie biologique
40.0605	Hydrologie et science des ressources en eau
40.0607	Océanographie chimique et physique
47.0616	Technologie d'entretien et de réparation de navires – technicien
49.0303	Pêche commerciale
49.0304	Plongeur professionnel et instructeur de plongée
49.0309	Science nautique – officier de la marine marchande
49.0399	Transport maritime, autre

A2 ORGANISATIONS ET RÉSEAUX

Le document intitulé *Federal S&T Map: Oceans Science Case Study* renferme un aperçu de l'engagement de divers ministères et organismes fédéraux en sciences de la mer (GC, 2010). Cette information a été réorganisée dans le tableau A2, en fonction des thèmes de recherche utilisés aux fins du présent rapport. Chacun des dix ministères et organismes fédéraux contribue à différents aspects de la recherche pertinente aux 40 questions de recherche. Pêches et Océans Canada (MPO), Environnement Canada, Ressources naturelles Canada (RNCan) et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) sont les ministères et organismes les plus actifs en recherche au regard des 40 questions de recherche. Le nombre de ministères et organismes jouant un rôle dans les sciences et les technologies de la mer reflète l'étendue des 40 questions de recherche, ainsi que la vaste répartition de la capacité de répondre à ces questions entre plusieurs organismes possédant des compétences spécialisées. D'autres constatations sont présentées à la section 2.2.1 du rapport principal.

Tableau A2

Participation des ministères et organismes fédéraux à certains programmes et activités en sciences de la mer

	Agence canadienne d'inspection des aliments	Agence spatiale canadienne	Pêches et Océans Canada	Recherche et développement pour la défense Canada	Environnement Canada	Santé Canada	Conseil national de recherches du Canada	Ressources naturelles Canada	Agence de la santé publique du Canada	Transports Canada
Interactions océan-climat										
Processus océaniques		○	○		○		○	○		
Processus climatiques			○		○		○	○		
Atténuation			○		○					
Adaptation et impacts			○		○	○	○	○		
Ressources biologiques, minérales et énergétiques										
Méthodes de production durables			○		○		○	○		
Hydrates de gaz							○	○		
Régions pionnières, pétrole et gaz			○		○		○	○		
Intégrer des sources d'énergie renouvelable et des systèmes à petite échelle			○		○		○	○		
Captage et stockage du carbone			○		○					
Biodiversité			○	○	○					○
Utilisation durable des ressources	○		○		○			○		○
Écosystèmes vulnérables			○		○			○		
Base de ressources animales et végétales	○		○			○	○	○		○
Interactions de la terre, de l'océan et de l'écosystème		○	○		○			○		
Impacts humains sur les écosystèmes marins et côtiers										
Qualité de l'air					○	○				○
Qualité de l'eau			○		○					○
Polluants, déchets et substances nocives	○		○	○	○	○	○	○		○
Remédiation			○		○		○			
Tectonique des plaques et dangers naturels										
Atténuation et alerte en cas de catastrophe naturelle			○		○			○		

suite à la page suivante

	Agence canadienne d'inspection des aliments	Agence spatiale canadienne	Pêches et Océans Canada	Recherche et développement pour la défense Canada	Environnement Canada	Santé Canada	Conseil national de recherches du Canada	Ressources naturelles Canada	Agence de la santé publique du Canada	Transports Canada
Délimitation territoriale		○	○				○	○		
Technologie océanique										
Capacité d'innovation des collectivités			○				○	○		
Capacité d'innovation des secteurs industriels		○	○				○	○		
Capacité d'innovation des entreprises			○				○	○		
Technologies émergentes			○				○	○		
Santé et bien-être humains										
Populations vulnérables			○			○			○	
Santé circumpolaire			○		○	○				
Dangers environnementaux			○		○		○	○		
Information et services			○	○	○		○			
Interactions animaux-environnement	○		○		○					
Qualité de l'air						○	○			
Qualité des plans d'eau destinés aux loisirs						○	○			
Aide à la navigation			○		○	○	○	○		○
Aliments et eau sécuritaires	○		○		○	○	○	○	○	
Aliment nutritif et innovant						○	○			
Produits de santé sécuritaires et efficaces						○	○			
Produits antiparasitaires sécuritaires et durables			○		○	○				
Sécurité humaine et prévention des blessures			○							○
Technologies émergentes						○				○
Lutte contre les maladies et prévention			○			○			○	
Préparation aux situations d'urgence et intervention				○	○	○	○		○	

Adapté et reproduit avec la permission de GC, 2010

Les rubriques en rangée ont été réorganisées selon les thèmes utilisés dans le présent rapport. Les rangées sont tirées de l'annexe C de *Federal S&T Map: Oceans Science Case Study* (GC, 2010). Tous les sujets pertinents abordés dans le rapport ne figuraient pas dans *Federal S&T Map* et certains domaines de participation des ministères et organismes peuvent avoir changé depuis l'élaboration de la carte.

A3 FINANCEMENT DES SCIENCES DE LA MER

Puisque les sciences de la mer englobent un large éventail de disciplines, elles sont admissibles au soutien financier d'une variété d'organismes de financement, selon les approches et les disciplines sur lesquelles un projet ou un programme de recherche particulier met l'accent. Cette évaluation englobe une analyse des données provenant de six grands organismes de financement des sciences :

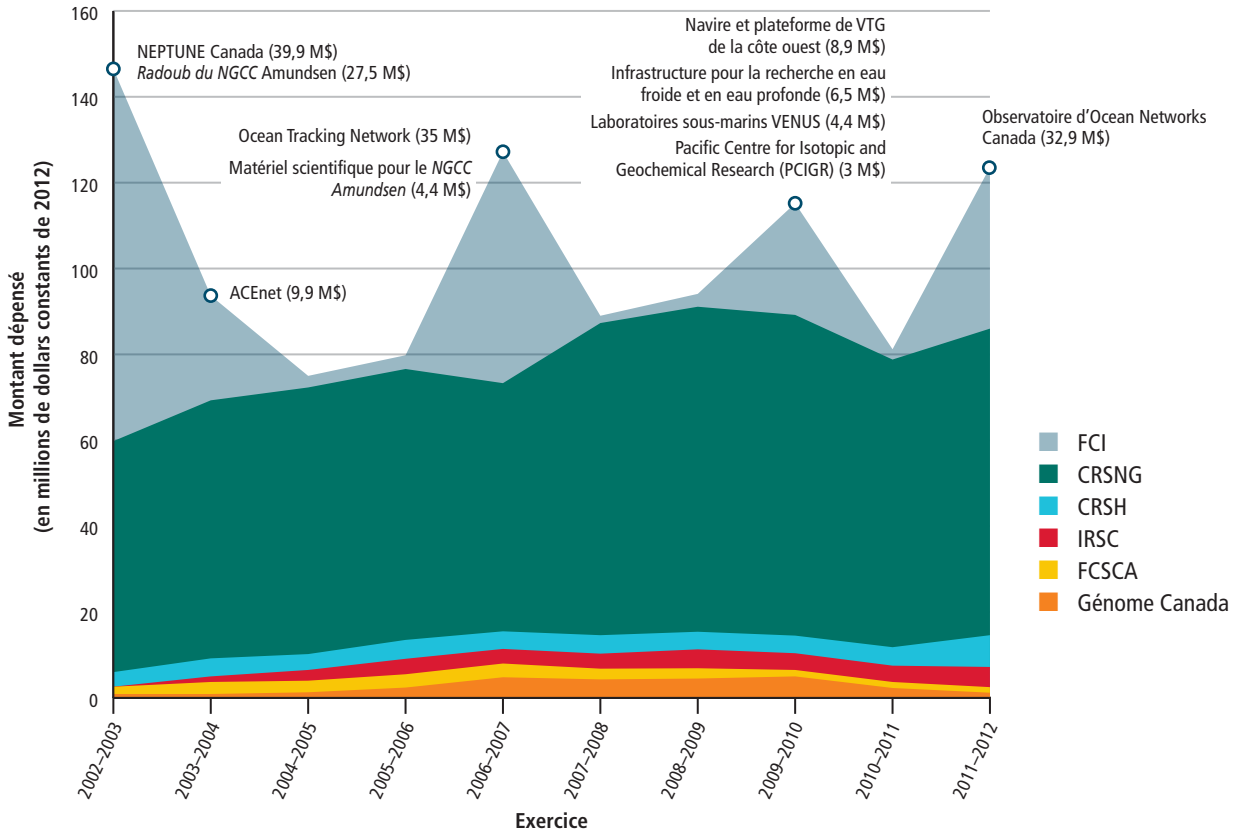
- la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI);
- le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG);
- le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH);
- les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC);
- la Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère (FCSCA, devenue le Forum canadien du climat);
- Génome Canada.

Chaque organisme a fait une recherche dans sa propre base de données en vue de fournir des données portant uniquement sur les sciences de la mer. Bien que chaque organisme ait rajusté les termes utilisés en fonction des mots clés figurant dans sa base de données, les stratégies de recherche reposaient sur un ensemble commun de mots clés suggérés :

- *ocean** ET NON *Oceania*
- *marin**
- *coast* OU *côte* OU *côtier*
- *estuar**
- *tidal*
- *poisson* ET NON *freshwater*

La stratégie de recherche pour la base de données du CRSNG était fondée sur la liste complète des mots clés employés pour identifier les articles sur les sciences de la mer dans l'analyse bibliométrique, corrigée pour supprimer les faux positifs.

Les données provenant de ces organismes ont fait ressortir plus de 920 millions de dollars en financement public attribué à 4 900 projets et installations en sciences de la mer durant les exercices 2002–2003 à 2011–2012 (voir la section 2.4.1 du rapport pour les constatations détaillées). Le financement provenant du CRSNG représentait la plus grande partie de ce montant (figure A1). Le FCI a accordé un financement partiel à de nombreux grands projets d'infrastructure, ce qui donne l'impression que sa contribution varie d'une année à l'autre. Le financement provenant du CRSH et des IRSC représentait une proportion plus modeste du financement en sciences de la mer au cours de cette période, mais ces sources de financement ont crû lentement en termes réels. Le mandat de financement de la FCSCA s'est terminé en 2012 (FCSCA, 2012), tandis que Génome Canada a financé quelques grands projets de collaboration liés aux sciences de la mer, principalement entre les exercices 2006–2007 et 2009–2010.



Source des données : compilé à l'aide des données fournies par la FCI, le CRSNG, le CRSH, les IRSC, la FCSCA et Génome Canada

Figure A1

Dépenses des principaux organismes de financement en sciences de la mer, en dollars courants de 2012, exercices 2002–2003 à 2011–2012

L'essentiel du financement en sciences de la mer recensé dans cette analyse a été fourni par le CRSNG, auquel s'ajoutent les investissements importants provenant de la FCI, qui sont indiqués dans la figure. Les exercices débutent le 1er avril et se terminent le 31 mars de l'année civile suivante.

Appendice B
Comparaisons bibliométriques entre le Canada et d'autres grands pays en sciences de la mer

Cet appendice renferme des détails supplémentaires sur les données et les indicateurs bibliométriques décrits aux chapitres 3 et 4 du rapport, intitulé *Les sciences de la mer au Canada : Relever le défi, saisir l'opportunité.*

B1 ENTITÉS BIBLIOMÉTRIQUES

Dans les analyses bibliométriques, une entité représente tout ensemble de publications pour lesquelles des indicateurs sont calculés, par exemple les pays, les universités ou les autres organisations auxquels les auteurs peuvent être affectés ou affiliés. Les entités qui produisent un nombre moins élevé de publications ont tendance à enregistrer des scores plus variables et plus sensibles aux articles individuels ou aux années pour les indicateurs agrégés. Afin de réduire l'influence des publications individuelles, aucun indicateur supplémentaire n'a été calculé pour les entités ayant produit moins de 30 publications.

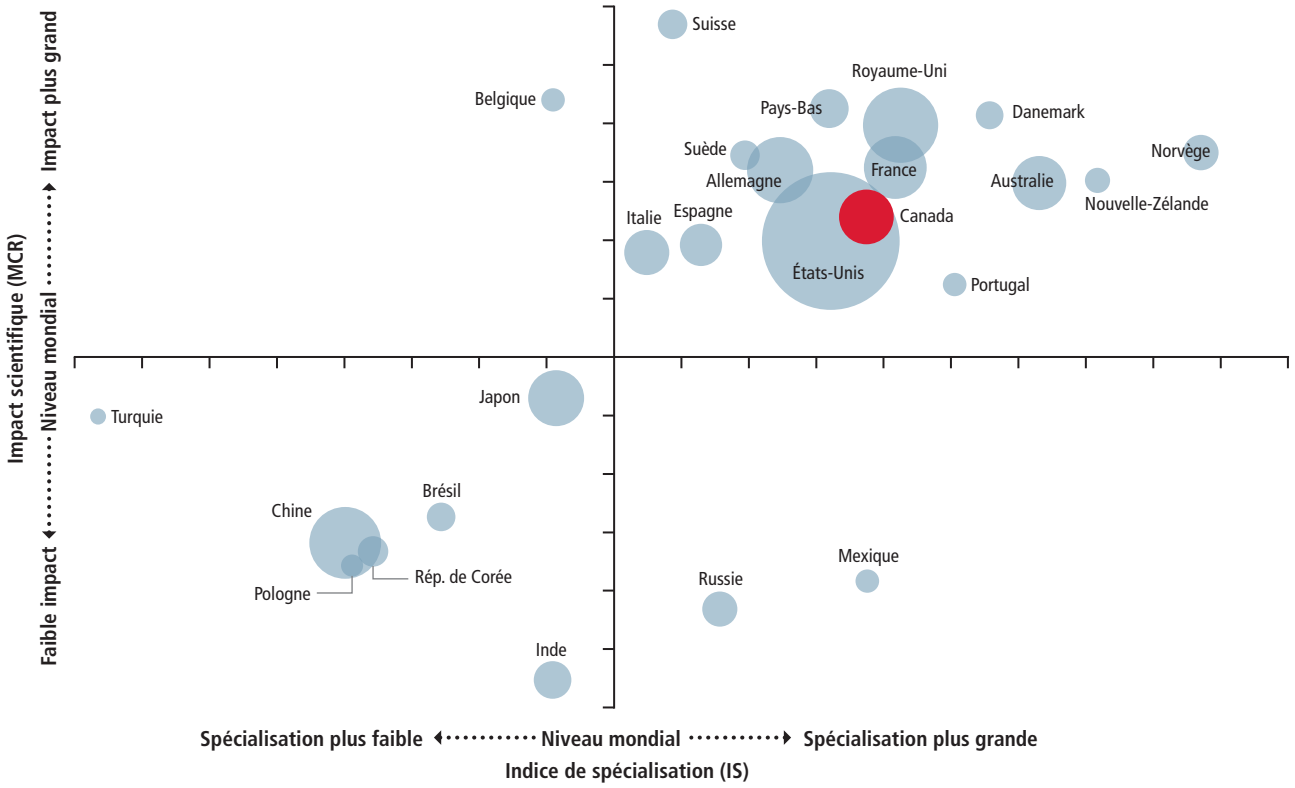
Dans le but d'évaluer la performance du Canada en sciences de la mer, des indicateurs bibliométriques ont été calculés à trois niveaux :

- **Les pays :** Des indicateurs ont été calculés pour les 25 pays ayant le plus grand nombre de publications en sciences de la mer (voir la section 3.1.1 du rapport pour les principales mesures). Ces indicateurs ont été calculés pour chaque pays en sciences de la mer globalement et pour chaque thème de recherche.
- **Les organisations internationales :** Des indicateurs ont été calculés pour les 200 principales organisations internationales ayant le plus grand nombre de publications en sciences de la mer. La position des organisations canadiennes a été évaluée au sein d'un réseau international de collaboration en utilisant des graphiques et des indicateurs de réseau.
- **Les organisations canadiennes :** Des indicateurs ont été calculés pour les 100 principales organisations canadiennes ayant le plus grand nombre de publications en sciences de la mer. Les indicateurs ont été calculés pour chaque organisation en sciences de la mer globalement et pour chaque thème de recherche. Des réseaux de collaboration des organisations canadiennes ont également été produits pour chaque thème.

Aux fins de cette analyse, les réseaux de collaboration ont été illustrés à l'aide du logiciel Gephi (Bastian *et al.*, 2009), en utilisant un algorithme de positionnement dans lequel les nodules liés s'attirent mutuellement tandis que les nodules non liés se repoussent mutuellement. Les liens qui représentent un nombre limité de collaborations ont été supprimés dans certains cas pour rendre la figure plus lisible. Néanmoins, l'algorithme de positionnement dispose habituellement les nodules à proximité d'autres nodules liés, même si les liens eux-mêmes n'apparaissent pas. Cela signifie aussi que les nodules plus centraux dans le diagramme de réseau ont tendance à avoir des liens de collaboration avec plusieurs autres nodules du même réseau, bien qu'il puisse n'y avoir que quelques collaborations par lien.

B2 POSITION DU CANADA DANS LA PRODUCTION EN SCIENCES DE LA MER RELATIVEMENT AUX AUTRES GRANDS PAYS PAR THÈME DE RECHERCHE

Les graphiques de cette section montrent la position du Canada par rapport aux autres principaux pays en sciences de la mer pour le nombre d'articles scientifiques (production), l'impact de ces articles (MCR) et la spécialisation de chaque pays dans les six thèmes de recherche, fondés sur des méthodes et des approches bien établies. Dans ces graphiques, les pays les plus à droite sont davantage spécialisés dans le thème correspondant, mesuré par l'indice de spécialisation (IS), ce qui signifie qu'une plus grande proportion d'articles produits par les auteurs du pays traite de ce thème de recherche. Les pays les plus près de la bordure supérieure du graphique ont produit des articles ayant un impact scientifique plus important, tel que mesuré par la moyenne des citations relatives (MCR) de ces articles.

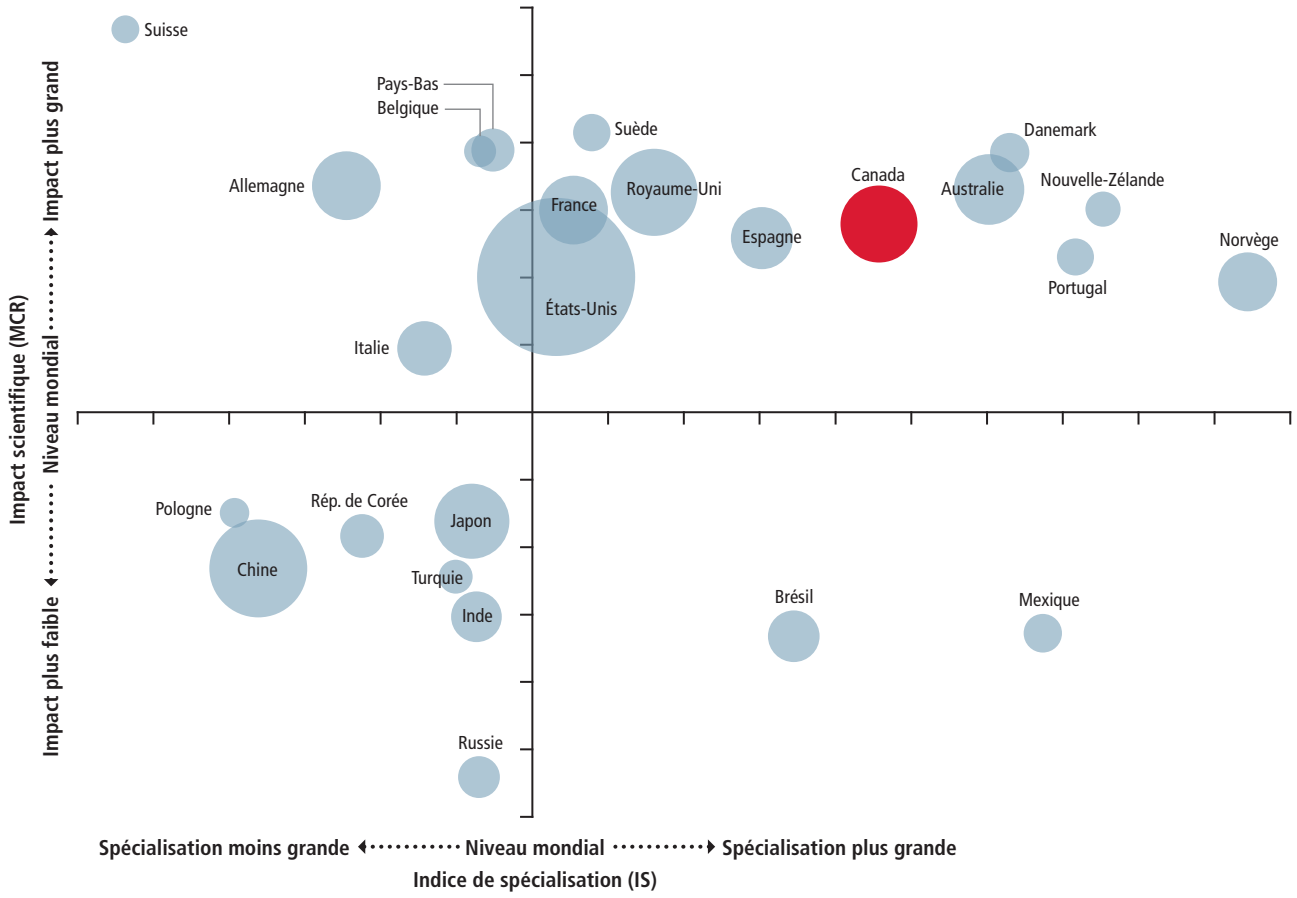


Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B1

Position des principaux pays dans la recherche sur les interactions océan-climat, de 2003 à 2011

Note : Les valeurs de la MCR et de l'IS dans la figure ont été exprimées en logarithmes pour faciliter la visualisation.

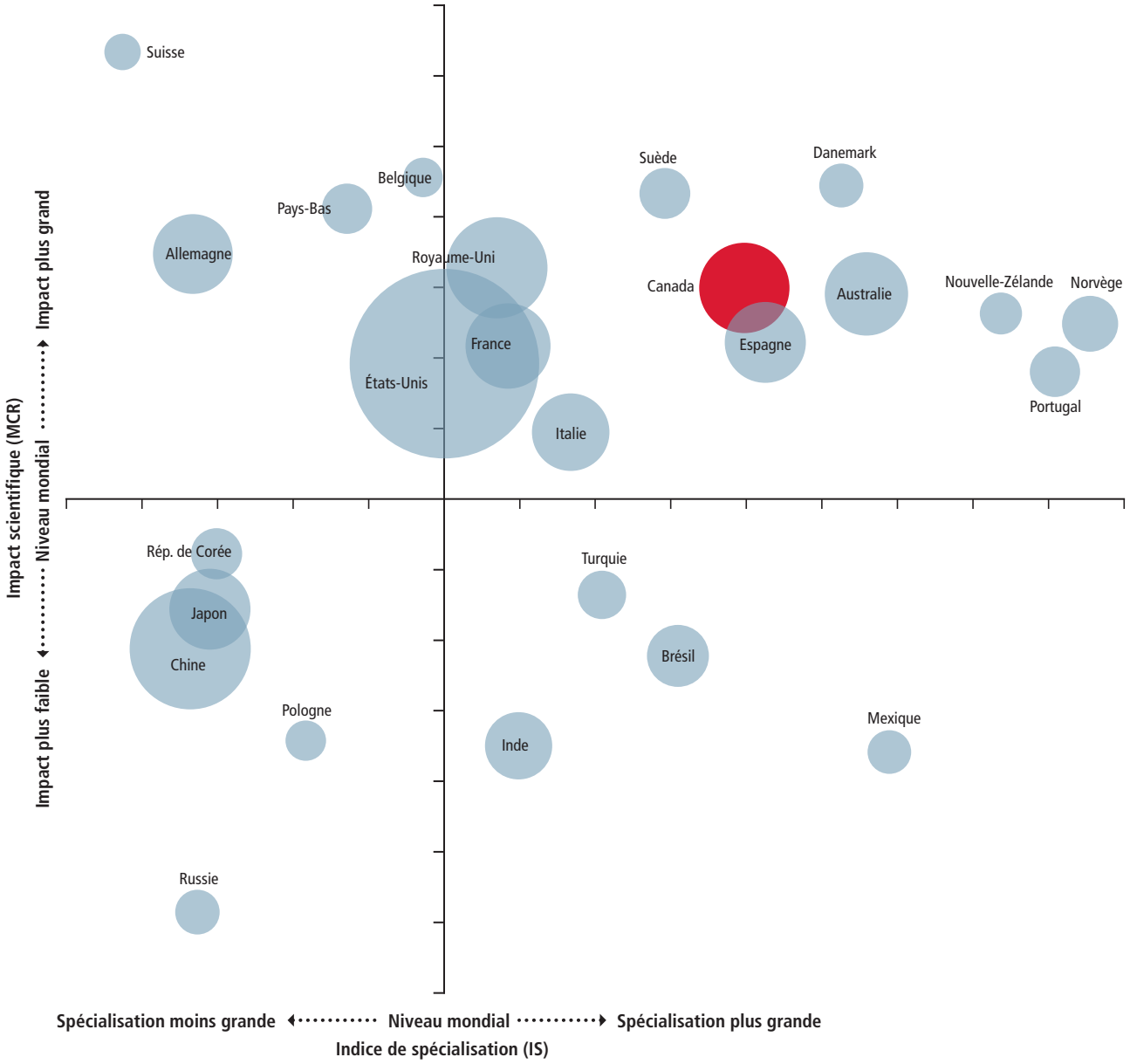


Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B2

Position des principaux pays dans la recherche sur les ressources biologiques, minérales et énergétiques, de 2003 à 2011

Note : Les valeurs de la MCR et de l'IS dans la figure ont été exprimées en logarithmes pour faciliter la visualisation.

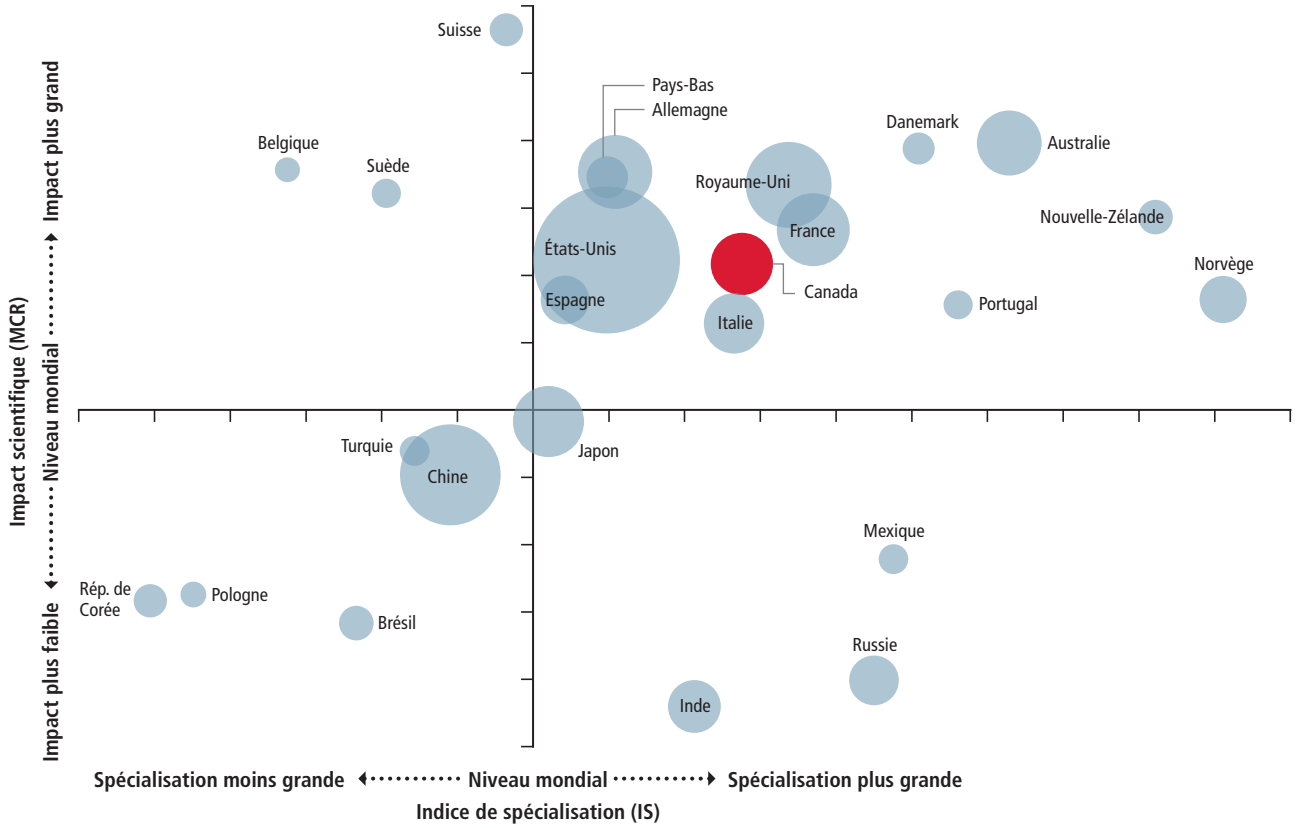


Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B3

Position des principaux pays dans la recherche sur les impacts des activités humaines sur les écosystèmes marins et côtiers, de 2003 à 2011

Note : Les valeurs de la MCR et de l'IS dans la figure ont été exprimées en logarithmes pour faciliter la visualisation.

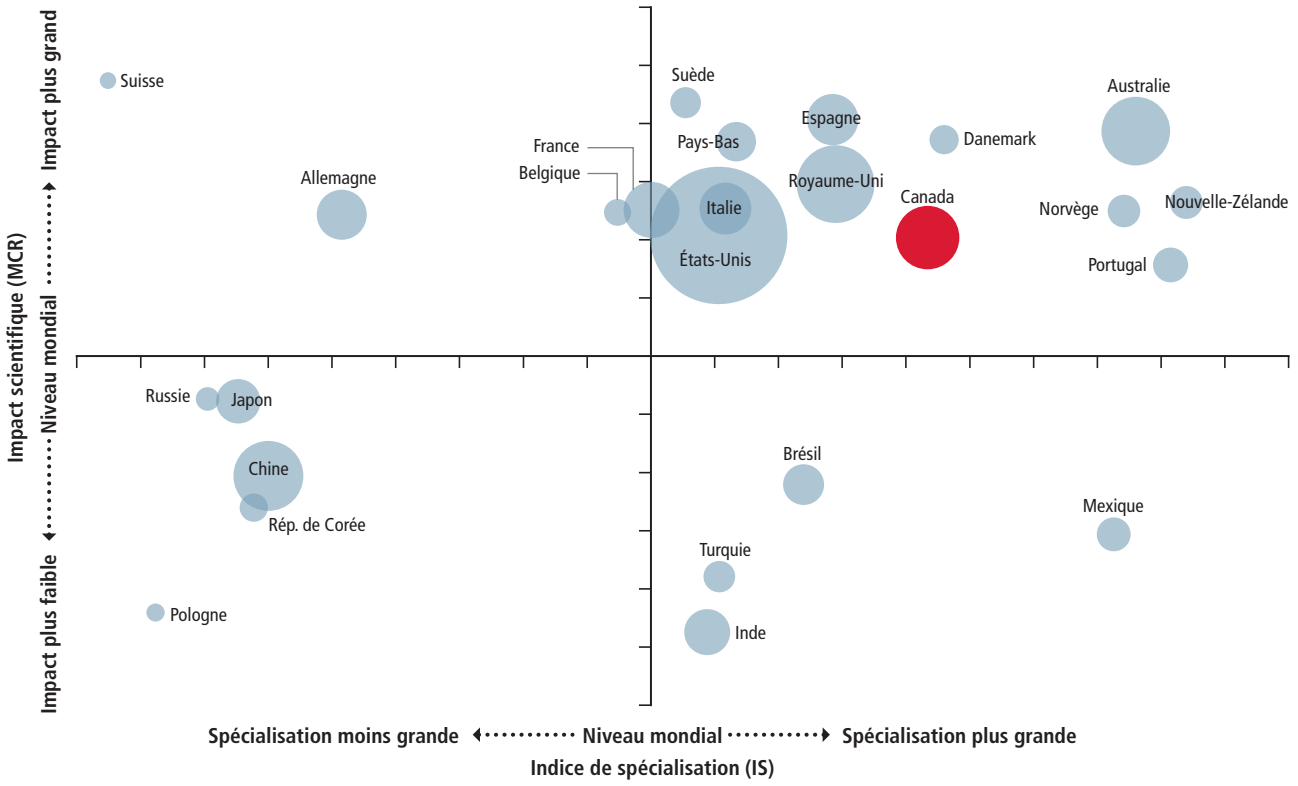


Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B4

Position des principaux pays dans la recherche sur la tectonique des plaques et les dangers naturels, de 2003 à 2011

Note : Les valeurs de la MCR et de l'IS dans la figure ont été exprimées en logarithmes pour faciliter la visualisation.

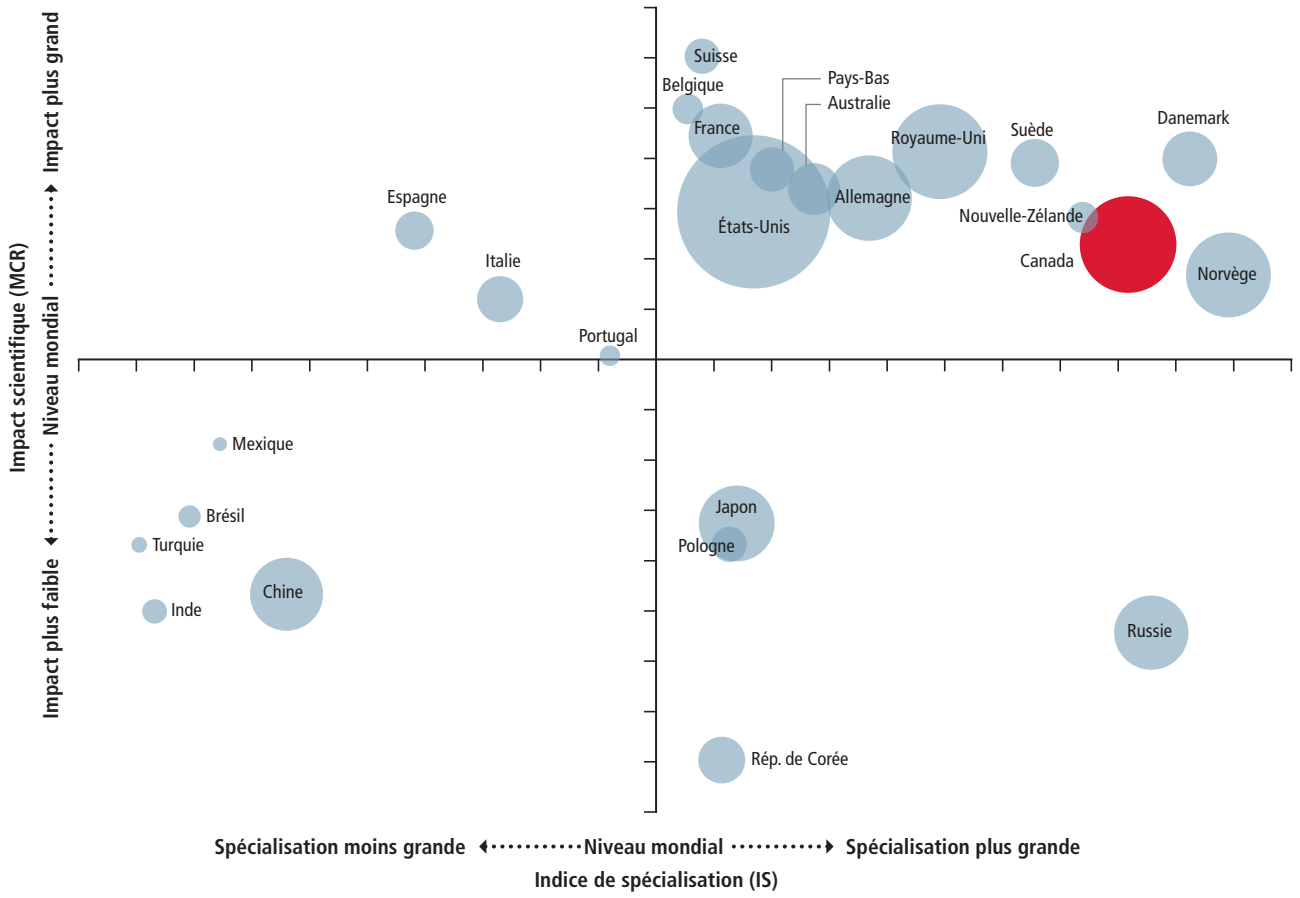


Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B5

Position des principaux pays dans la recherche sur les collectivités côtières, de 2003 à 2011

Note : Les valeurs de la MCR et de l'IS dans la figure ont été exprimées en logarithmes pour faciliter la visualisation.



Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

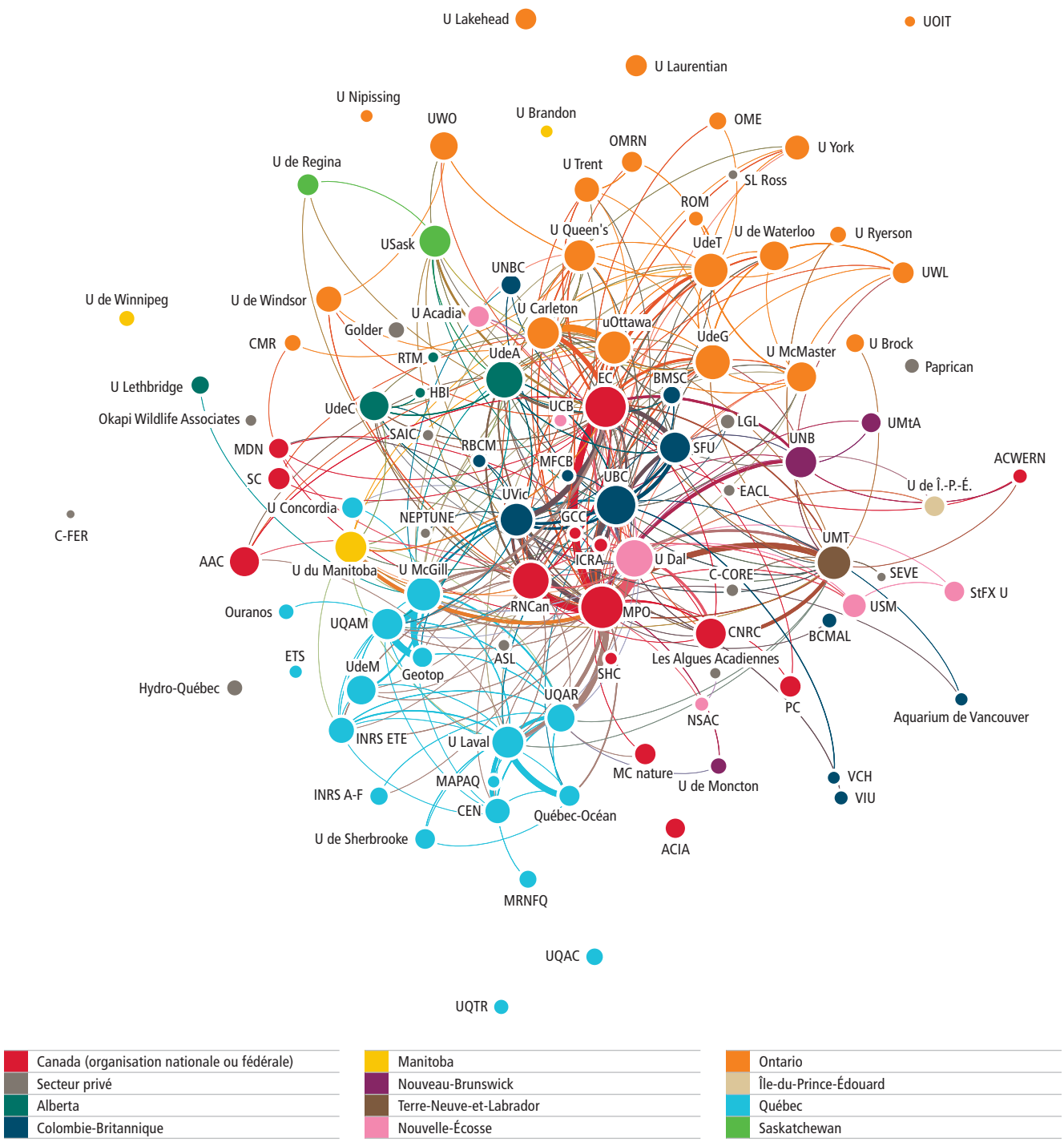
Figure B6

Position des principaux pays dans la recherche sur l'océan Arctique, de 2003 à 2011

Note : Les valeurs de la MCR et de l'IS dans la figure ont été exprimées en logarithmes pour faciliter la visualisation.

B3 COLLABORATION ENTRE LES ORGANISATIONS CANADIENNES EN SCIENCES DE LA MER

La section 3.3.1 du rapport renferme un graphique illustrant le réseau de collaboration des 30 principales organisations canadiennes ayant publié en sciences de la mer durant la période 2003–2011 (figure 3.2). La figure B7 montre le même graphique de réseau pour les 100 principales organisations canadiennes qui publient en sciences de la mer. Cette figure peut être visualisée à l'écran et agrandie pour en étudier les détails.



Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B7

Réseau de collaboration des 100 principales organisations publiant dans le domaine des sciences de la mer, de 2003 à 2011

La taille des nodules est proportionnelle au nombre de publications en sciences de la mer, tandis que l'épaisseur des lignes est proportionnelle au nombre de collaborations (co-rédaction d'études). La collaboration entre les organisations en sciences de la mer est relativement dispersée, les organisations fédérales et universitaires agissant comme pôles centraux. Le MPO et Environnement Canada montrent des niveaux de collaboration élevés entre eux et avec les universités partout au pays, en partie à cause de leur structure décentralisée. Les grappes régionales d'organisations indiquent que la tendance naturelle à la collaboration augmente avec la proximité.

Note : Seuls les liens représentant 10 collaborations ou plus entre des établissements sont affichés.

B4 COLLABORATION ENTRE LES ORGANISATIONS INTERNATIONALES EN SCIENCES DE LA MER

La section 3.3.2 du rapport renferme un graphique illustrant le réseau de collaboration de certaines des principales organisations internationales ayant publié en sciences de la mer durant la période 2003–2011 (figure 3.4). La figure B8 montre le graphique de réseau complet pour les 200 principales organisations internationales. Les grandes tendances et les principales grappes régionales révélées par la figure 3.4 demeurent évidentes. De plus, la figure B8 inclut d'autres organisations dans chacune grappe ainsi que quelques grappes régionales isolées de plus petite taille, dont Taïwan, la République de Corée, le Mexique et le Brésil, où l'on retrouve des organisations dont la production de publications est comparable, mais qui montrent peu de liens de collaboration avec des organisations d'autres pays. Cette figure peut être visualisée à l'écran et agrandie pour en étudier les détails.

B4.1 Indicateurs de réseaux sociaux

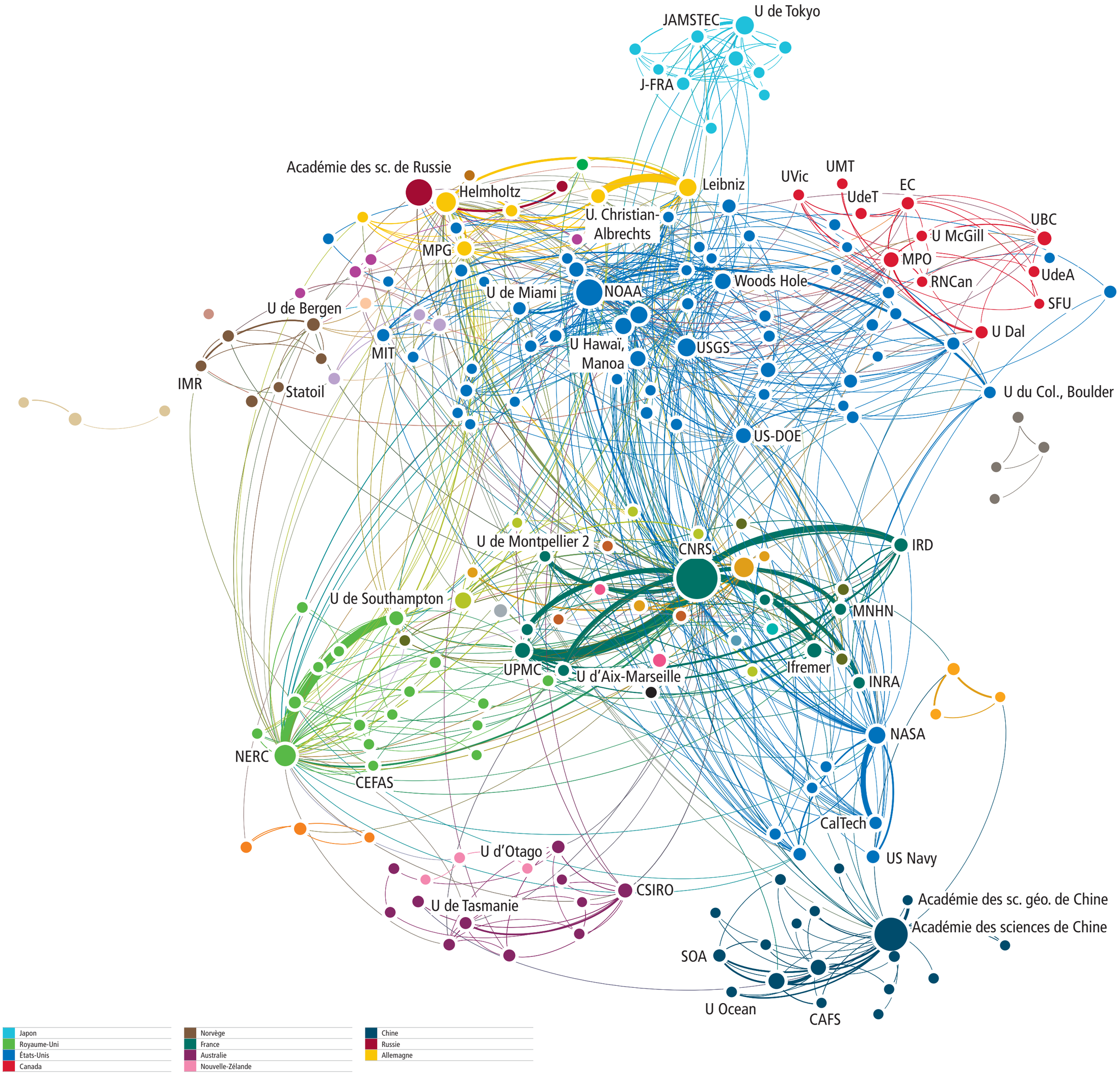
Afin d'illustrer les réseaux produits pour cette étude et la position de chaque établissement au sein de ces réseaux, des indicateurs de réseau ont été calculés à l'aide du logiciel Gephi (Bastian *et al.*, 2009). Voici ces indicateurs, tels que décrits dans la documentation sur Gephi :

Coefficient de grappe : Le coefficient de grappe (Watts-Strogatz), appliqué à un nodule unique, est un indicateur de la mesure dans laquelle l'environnement d'un nodule est complet. L'environnement d'un nodule est l'ensemble des autres nodules avec lesquels il est lié. Lorsque tous les nodules d'un environnement sont liés à chacun des autres nodules, l'environnement est alors complet et a un coefficient de grappe de 1,0. Si aucun nodule de l'environnement n'est lié, le coefficient de grappe de ce nodule est de 0.

Centralité-proximité : La centralité-proximité est la distance moyenne séparant un nodule de tous les autres nodules du réseau. Un nodule directement lié à chacun des autres nodules du réseau a un score de 1,0 pour cet indicateur, soit la valeur de centralité-proximité la plus élevée possible.

Centralité-intervalle : Cet indicateur mesure la fréquence d'apparition d'un nodule sur les voies les plus courtes entre les nodules du réseau.

Centralité-vecteur caractéristique : Cet indicateur mesure le niveau d'intégration d'une entité (établissement) à un réseau de collaboration. Le niveau d'intégration d'un établissement au sein d'un réseau de collaboration se reflète dans le nombre d'établissements auxquels il est lié et dans la qualité de ses collaborations (c.-à-d. la robustesse des liens, mesurée par le nombre de publications de co-auteurs et l'importance des établissements auxquels ils sont liés au sein du réseau). Selon la définition mathématique de la centralité-vecteur caractéristique, le score de centralité d'un nodule dans un réseau est proportionnel à la somme des scores de centralité de tous les nodules qui lui sont liés. Ainsi, il fournit une bonne indication du nombre et de la qualité des collaborations d'une entité parce que les liens avec les nodules dont les scores sont élevés (qui représentent les entités du réseau) contribuent davantage au score de cette entité que les liens équivalents avec les nodules qui ont un faible score. Un établissement dont le score pour cet indicateur est élevé opère plus près du noyau du réseau (c.-à-d. qu'il est central et très important pour la structure du réseau) qu'un établissement dont le score est faible, de telle sorte que la centralité-vecteur caractéristique donne une bonne idée de l'intégration d'un pays donné au sein du réseau (plus le score est élevé, plus le pays est intégré). Cet indicateur est similaire à l'indicateur PageRank.



Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Figure B8

Réseau de collaboration des 200 principales organisations internationales en sciences de la mer, de 2003 à 2011

Note : Seuls les liens représentant 50 collaborations ou plus entre des organisations sont affichés. Les couleurs ont été attribuées aux nodules selon le pays où l'organisation est située ou établie.

Tableau B1

Indicateurs de réseau de certaines grandes organisations internationales en sciences de la mer, de 2003 à 2011

Organisation	Nombre d'organisations travaillant en collaboration	Nombre total de collaborations	Coefficient de grappe	Rang	Centralité – proximité	Rang	Centralité – intervalle	Rang	Centralité – vecteur caractéristique	Rang*
Centre national de la recherche scientifique (CNRS)	197	24 084	0,785	195	1,010	1	49,14	2	1,00000	1
Association Leibniz	195	7 720	0,790	194	1,020	3	47,72	3	0,99259	2
Académie de sciences de Chine	196	6 913	0,778	196	1,015	2	57,03	1	0,99011	3
Natural Environment Research Council (NERC)	193	10 875	0,801	182	1,030	4	40,97	13	0,98975	4
Institut océanographique de Woods Hole	193	6 308	0,801	185	1,030	4	41,13	12	0,98914	5
Association des centres de recherche allemands Helmholz	193	7 466	0,796	188	1,030	4	44,17	6	0,98659	6
Société Max Planck (MPG)	192	5 515	0,798	187	1,035	7	43,46	8	0,98215	7
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	191	11 996	0,802	181	1,040	8	40,82	14	0,97974	8
Université d'Hawaï à Manoa	190	4 656	0,801	184	1,045	9	41,29	11	0,97363	9
Conseil supérieur de la recherche scientifique de l'Espagne (CSIC)	189	4 909	0,809	172	1,050	11	38,81	17	0,97334	10
Université de la Californie, San Diego	188	5 306	0,815	164	1,055	12	35,14	24	0,97182	11
Académie des sciences de Russie	190	3 750	0,796	189	1,045	9	44,03	7	0,97095	12
Université Columbia	188	4 213	0,812	171	1,055	12	36,86	19	0,96996	13
US Geological Survey (USGS)	187	5 187	0,818	156	1,060	16	34,83	26	0,96842	14
Commonwealth Science and Industrial Research Organisation (CSIRO)	187	3 444	0,816	159	1,060	16	36,56	20	0,96732	15
Université de Southampton	188	5 921	0,803	180	1,055	12	40,37	15	0,96464	16
Département de l'énergie des É.-U.	188	4 682	0,801	183	1,055	12	45,73	4	0,96358	17
Université de Washington	186	6 062	0,817	157	1,065	20	34,94	25	0,96286	18
Université de Cambridge	187	2 459	0,805	177	1,060	16	40,02	16	0,96071	19
Université de Kiel	186	6 388	0,814	166	1,065	20	35,23	23	0,96067	20
Université d'État de l'Oregon	186	4 146	0,813	167	1,065	20	35,55	22	0,96065	21
NASA	184	7 986	0,829	140	1,075	26	29,96	39	0,95876	22
Université Stanford	187	2 757	0,800	186	1,060	16	44,64	5	0,95810	23
Université de la Colombie-Britannique	186	2 921	0,808	173	1,065	20	43,28	9	0,95714	24
Université Pierre and Marie Curie (UPMC)	185	7 620	0,816	161	1,070	24	34,09	31	0,95667	25
Université de Miami	184	3 190	0,824	149	1,075	26	31,48	36	0,95612	26
Université Dalhousie	184	2 431	0,816	160	1,075	26	34,50	28	0,95160	27
Université de la Californie, Berkeley	182	2 396	0,830	137	1,085	31	29,02	46	0,94950	28
Université de Tokyo	185	4 621	0,804	178	1,070	24	42,20	10	0,94948	29
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	182	2 848	0,829	138	1,085	31	29,16	45	0,94872	30
Pêches et Océans Canada (MPO)	177	3 967	0,823	151	1,111	45	34,05	32	0,91940	52
Université de Toronto	172	1 473	0,834	124	1,136	58	29,81	40	0,89947	66
Université de l'Alberta	167	1 215	0,840	108	1,161	80	25,07	72	0,87638	87
Environnement Canada	163	2 482	0,855	61	1,181	98	23,31	87	0,86283	95
Université de Victoria	161	1 784	0,875	24	1,191	104	15,20	147	0,86173	96
Université McGill	161	1487	0,857	53	1,191	104	18,18	127	0,85323	105
Ressources naturelles Canada (RNCan)	154	1332	0,870	29	1,226	128	14,94	151	0,82246	125

suite à la page suivante

Organisation	Nombre d'organisations travaillant en collaboration	Nombre total de collaborations	Coefficient de grappe	Rang	Centralité – proximité	Rang	Centralité – intervalle	Rang	Centralité – vecteur caractéristique	Rang*
Université Memorial de Terre-Neuve	144	920	0,862	48	1,276	144	16,17	138	0,76611	146
Université Simon Fraser	137	1 125	0,889	9	1,312	156	9,92	182	0,73810	153

Source des données : Calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier) et *Gephi*

* Seules les 30 organisations internationales les plus centrales pour les sciences de la mer figurent sur la liste, tel que mesuré par le vecteur caractéristique de centralité, en plus de toutes les organisations canadiennes parmi les 200 plus importantes.

B5 COLLABORATION INTERNATIONALE DU CANADA EN SCIENCES DE LA MER

Les articles en sciences de la mer rédigés par des co-auteurs de plusieurs pays ont tendance à avoir un plus grand impact scientifique, mesuré par la moyenne des citations relatives (MCR), que les articles rédigés par des auteurs d'un même pays (tableau B2). Cela est notamment vrai dans le cas des articles canadiens, dont la MCR passe de 1,06 à 1,57 pour les articles publiés en collaboration avec des auteurs étrangers.

Tableau B2

Différence dans l'impact scientifique des publications (MCR) entre les études en sciences de la mer rédigées par des co-auteurs internationaux et celles rédigées par des auteurs du même pays, de 2003 à 2011

Pays	Total		International		National		Différence (international – national)
	Nombre de publications	MCR	Nombre de publications	MCR	Nombre de publications	MCR	Δ MCR
États-Unis	146 658	1,28	52 225	1,53	94 433	1,15	**0,38**
Chine	66 598	0,77	13 645	1,38	52 953	0,61	**0,77**
Royaume-Uni	44 422	1,43	25 505	1,64	18 917	1,14	**0,50**
Japon	36 812	0,88	11 612	1,28	25 200	0,70	**0,58**
Allemagne	32 616	1,42	19 475	1,64	13 141	1,09	**0,56**
France	31 408	1,36	18 375	1,59	13 033	1,03	**0,56**
Canada	29 162	1,33	15 263	1,57	13 899	1,06	0,51
Australie	26 696	1,36	13 048	1,64	13 648	1,10	**0,54**
Espagne	21 798	1,24	10 464	1,46	11 334	1,04	**0,42**
Italie	20 703	1,12	9 110	1,48	11 593	0,85	**0,63**
Inde	16 033	0,71	3 281	1,10	12 752	0,61	**0,48**
Norvège	13 874	1,28	7 409	1,49	6 465	1,05	**0,44**
Brésil	13 869	0,73	4 367	1,03	9 502	0,59	**0,45**
Russie	13 827	0,52	4 820	1,08	9 007	0,22	**0,86**
Rép. de Corée	11 983	0,83	4 078	1,09	7 905	0,69	**0,40**
Pays-Bas	11 843	1,53	7 655	1,72	4 188	1,20	**0,52**
Suède	8 266	1,49	5 128	1,69	3 138	1,16	**0,53**
Turquie	7 540	0,85	1 655	1,23	5 885	0,75	**0,48**
Danemark	7 428	1,53	4 746	1,70	2 682	1,22	**0,48**
Mexique	7 069	0,71	3 298	0,97	3 771	0,49	**0,49**
Portugal	7 043	1,20	3 739	1,35	3 304	1,03	**0,33**

suite à la page suivante

Pays	Total		International		National		Différence (international – national)
	Nombre de publications	MCR	Nombre de publications	MCR	Nombre de publications	MCR	Δ MCR
Nouvelle-Zélande	6 606	1,37	3 883	1,62	2 723	1,02	**0,59**
Belgique	6 128	1,49	4 155	1,64	1 973	1,18	**0,46**
Pologne	6 108	0,75	2 122	1,19	3 986	0,51	**0,68**
Suisse	6 023	1,90	4 550	2,02	1 473	1,52	**0,50**
Monde	520 734	1,00	130 733	1,34	390 001	0,89	0,45

Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)

Les chercheurs canadiens publient plus fréquemment que les auteurs de différents pays (tableau B3). Le Canada a naturellement une probabilité plus élevée de publier des articles en collaboration avec des pays comptant un nombre élevé de publications. Par conséquent, l'indice d'affinité est utilisé pour déterminer les pays avec lesquels le Canada collabore plus ou moins souvent que prévu, en relation avec le nombre d'articles publiés par des auteurs de ce pays.

Indice d'affinité : Cet indice est le ratio du nombre observé au nombre attendu de publications rédigées par des co-auteurs, le nombre attendu étant déterminé par une régression log-log linéaire du nombre de publications de co-auteurs par rapport au nombre de publications produites par ce pays. Lorsque l'indicateur est supérieur à 1,0, le pays produit un plus grand nombre de publications en collaboration que prévu, compte tenu de la taille de sa production scientifique, alors qu'un indice inférieur à 1,0 signifie l'inverse. Cet indicateur a été calculé de façon asymétrique pour le Canada afin d'identifier les pays avec lesquels le Canada avait les plus fortes affinités positives et négatives dans la collaboration en sciences de la mer, au cours de la période de 2003 à 2011.

Tableau B3

Nombre de publications bilatérales en sciences de la mer produites en collaboration avec des auteurs canadiens et indice d'affinité du Canada avec certains pays, de 2003 à 2011

Pays	Nombre de collaborations avec le Canada	*Affinité* du Canada avec ce pays
Nouvelle-Zélande	399	2,82
États-Unis	7 419	2,45
Chine	1 088	2,42
Iran	107	2,37
Islande	83	2,05
Mexique	246	1,99
Tunisie	44	1,97
Argentine	175	1,87
Panama	36	1,83
Venezuela	50	1,81
Norvège	741	1,75
Rép. de Corée	229	1,73
Brésil	309	1,69
Afrique du Sud	236	1,59
Singapour	84	1,58
Australie	1 094	1,58
Chili	158	1,57
Égypte	66	1,56
Danemark	454	1,55
Émirats arabes unis	35	1,53
Royaume-Uni	2 119	1,32
Inde	186	1,31
Arabie saoudite	36	1,25
Kenya	31	1,24
Pérou	32	1,21
Japon	688	1,20
Finlande	171	1,20

Pays	Nombre de collaborations avec le Canada	*Affinité* du Canada avec ce pays
Suisse	337	1,16
Irlande	150	1,14
Thaïlande	72	1,14
Israël	103	1,09
Suède	405	1,06
Belgique	268	1,04
France	1 345	1,03
Philippines	33	1,00
Ukraine	37	0,99
Indonésie	41	0,96
Pays-Bas	471	0,95
Estonie	31	0,94
Malaisie	55	0,94
Colombie	32	0,91
Autriche	124	0,87
Russie	241	0,83
Portugal	143	0,77
Allemagne	1 240	0,77
Turquie	64	0,75
République tchèque	81	0,75
Hongrie	38	0,74
Italie	435	0,72
Bulgarie	30	0,69
Espagne	481	0,68
Grèce	91	0,61
Pologne	92	0,54

Source des données : calculé par Science-Metrix en utilisant la base de données *Scopus* (Elsevier)