

La REVUE CEDRES-ETUDES « séries économiques » publie, semestriellement, en français et en anglais après évaluation, les résultats de différents travaux de recherche sous forme d'articles en économie appliquée proposés par des auteurs appartenant ou non au CEDRES.

Avant toute soumission d'articles à la REVUE CEDRES-ETUDES, les auteurs sont invités à prendre connaissance des « recommandations aux auteurs » (téléchargeable sur www.cedres.bf).

Les articles de cette revue sont publiés sous la responsabilité de la direction du CEDRES. Toutefois, les opinions qui y sont exprimées sont celles des auteurs.

En règle générale, le choix définitif des articles publiables dans la REVUE CEDRES-ETUDES est approuvé par le CEDRES après des commentaires favorables d'au moins deux (sur trois en générale) instructeurs et approbation du Comité Scientifique.

La plupart des numéros précédents (73 numéros) sont disponibles en version électronique sur le site web du CEDRES www.cedres.bf

La REVUE CEDRES-ETUDES est disponible au siège du CEDRES à l'Université Thomas SANKARA et dans toutes les grandes librairies du Burkina Faso et aussi à travers le site web : www.cedres.bf

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Pr Pam ZAHONOGO, Université Thomas SANKARA (UTS)

COMITE EDITORIAL

Pr Pam ZAHONOGO, UTS Editeur en Chef

Pr Noel THIOMBIANO, UTS

Pr Denis ACCLASATO, Université d'Abomey Calavi

Pr Akoété AGBODJI, Université de Lomé

Pr Chérif Sidy KANE, Université Cheikh Anta Diop

Pr Eugénie MAIGA, Université Norbert ZONGO Burkina Faso

Pr Mathias Marie Adrien NDINGA, Université Marien N'Gouabi

Pr Omer COMBARY, UTS

Pr Abdoulaye SECK, Université Cheikh Anta DIOP

Pr Charlemagne IGUE, Université d'Abomey Calavi

SECRETARIAT D'EDITION

Dr Samuel Tambi KABORE, UTS

Dr Théodore Jean Oscar KABORE, UTS

Dr Jean Pierre SAWADOGO, UTS

Dr Kassoum ZERBO, UTS

COMITE SCIENTIFIQUE DE LA REVUE

Pr Abdoulaye DIAGNE, UCAD (Sénégal)

Pr Adama DIAW, Université Gaston Berger de Saint Louis

Pr Gilbert Marie Aké N'GBO, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Albert ONDO OSSA, Université Omar Bongo (Gabon)

Pr Mama OUATTARA, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Youmanli OUOBA, UTS

Pr Kimséyinga SAVADOGO, UTS

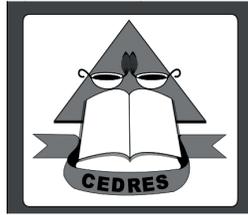
Pr Nasser Ary TANIMOUNE, Université d'Ottawa (Canada)

Pr Noel THIOMBIANO, UTS

Pr Gervasio SEMEDO, Université de Tours

Pr Pam ZAHONOGO, UTS

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)



www.cedres.bf

REVUE CEDRES-ETUDES

Revue Economique et Sociale Africaine

REVUE CEDRES-ETUDES N°74

Séries économie

2^e Semestre 2022

SOMMAIRE

Tobacco control policies and cigarette demand among adolescents attending school in the Economic Community of West African States (ECOWAS) region.....	05
Malb Ama N'Danida YAGNINIM	
Transition démographique, capital humain et croissance économique dans l'UEMOA.....	43
Hamadoum TAMBOURA & Pam ZAHONOGO	
Dégradation environnementale au Bénin : effets des investissements directs étrangers et de l'ouverture commerciale	94
Roch Edgard GBINLO	
Capital humain et croissance économique dans l'UEMOA : complémentarité ou substituabilité entre la santé et l'éducation.....	129
Farida KOINDA & Pam ZAHONOGO	
Pourquoi certaines économies produisent plus de connaissances que d'autres ?.....	174
Yaya KY	

**Pourquoi certaines économies produisent
plus de connaissances que d'autres ?**

Yaya KY

yaya.ky@gmail.com
Université Thomas Sankara

Résumé

Depuis la publication de l'article séminale de Romer (1990), la connaissance et l'innovation sont devenues des facteurs stratégiques pour assurer une croissance économique autoentretenu. L'objectif principal de cet article est d'identifier les économies fondées sur la connaissance, d'analyser leurs trajectoires et d'identifier les déterminants de la production de la connaissance. Il utilise l'analyse en composante principale (ACP), le test de log t et le modèle logit ordonné appliquées aux données provenant de la base de données World Banque Indicators, de celle de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), de celle de l'Organisation pour la Coopération Économique et le Développement (OCDE) et de Global Competitiveness Index sur la période 1980-2019. Les résultats révèlent différentes trajectoires des économies fondées sur la connaissance et l'existence de six clubs de pays ordonnés selon le nombre de brevets publiés. Le principal déterminant de l'appartenance à un club qui produit plus de connaissance est les dépenses en R&D soutenu par des facteurs structurels tel que la taille des agglomérations du pays à travers la densité de la population, le niveau du capital humain, le niveau de la valeur ajoutée régionale et la qualité des institutions. Ces résultats qui confirment ceux de Barrios et al. (2019) et alimentent les discussions sur le rattrapage technologique et présentent un grand intérêt pour la définition d'une politique de transfert de connaissances.

Mots clés : Connaissance, innovation, recherche et développement (R&D) club de convergence ;

Code JEL : O30, O33, O38

Abstract

Since the publication of Romer's seminal article (1990), knowledge and innovation have become strategic factors for self-sustained economic growth. The main objective of this paper is to identify knowledge-based economies, analyze their trajectories and identify the determinants of knowledge production. The article uses principal component analysis, log t test and the ordered logit model. The data used comes from the World Bank Indicators database, that of the World Intellectual Property Organization (WIPO), that of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and the Global Competitiveness Index from 1980 to 2019. The results reveal different trajectories of knowledge-based economies and the existence of six clubs of countries ordered by the number of patents published. The main determinant of belonging to a club that produces more knowledge are R&D spending supported by structural factors such as the size of the country's agglomerations through population density, the level of human capital, the level of regional value added, and the quality of institutions. These results which confirm those of Barrios et al. (2019) feed into discussions on technological catch-up and are of great interest for the definition of knowledge transfer policy.

Keywords : Knowledge, innovation, research and development (R&D), convergence club;

JEL code : O30, O33, O38

1. Introduction

Des études récentes sur la croissance économique montrent qu'une croissance auto-entretenu à long terme n'est possible sans tenir compte de facteurs endogènes tels que le progrès technique, le capital humain, la qualité des institutions (Barro, 1990; Lucas, 1997; Romer, 1990). Certains auteurs ont montré l'existence d'une relation positive entre le taux de croissance de la productivité, l'ampleur des innovations et l'accumulation de la connaissance générées par l'activité de recherche-développement (Aghion et al., 2014; Dinopoulos & Thompson, 1999; Jones, 1995; Kortum, 1997; Peretto, 1998; Segerstrom, 1998). D'autres se sont intéressés à la croissance économique régionale et la dynamique des activités d'innovation en mettant l'accent sur le rôle des différences de niveau technologique (Chapman & Meliciani, 2017; Fagerberg & Verspagen, 1996; Rodriguez-Pose & Crescenzi, 2008).

Ces études qui ne concernent que la région européenne identifient le contexte régional (Camagni & Capello, 2013; Capello & Lenzi, 2013) mais aussi les dépenses R&D associées à des facteurs structurels tels que le capital humain, le niveau de l'activité économique, la densité de la population (Barrios et al., 2019), comme facteurs essentiels de la capacité de production de la connaissance. Par ailleurs, Paci et Marrocu (2013) qui ont étudié le stock de connaissance et la performance régionale dans les économies européennes ont mis en évidence des effets d'externalité et le rôle essentiel de la main d'œuvre qualifiée dans la diffusion de la connaissance dans cette région. Stöllinger (2013) a utilisé la méthode d'analyse hiérarchique des grappes et une méthode non-hiérarchique pour identifier les groupes d'économies selon leur niveau de production de connaissance appliquée aux économies du monde. Il trouve trois groupes dont le premier est constitué des économies qui produisent de la connaissance, le second regroupe les économies qui imitent et le troisième comprend ceux qui stagnent.

En somme, peu d'études sur les déterminants de la production de connaissance portent sur les économies du monde. En plus, on sait peu de choses sur la trajectoire des économies fondées sur la connaissance dans

un même espace métrique qui permet une comparaison. En plus peu d'études s'intéressent à la dynamique du processus de rattrapage des économies émergentes. Deux raisons principales expliquent le manque de littérature sur ces questions. Premièrement, il est particulièrement difficile de mesurer et de comparer la capacité d'innovation (Altenburg et al., 2008; Freeman & Soete, 2007; Tijssen & Hollanders, 2006). La capacité d'innovation a de nombreuses dimensions et il est difficile de la mesurer avec une seule variable économique. Deuxièmement, l'utilisation d'indicateurs inappropriés pour comparer la capacité d'innovation des économies peut conduire à des résultats contradictoires. Par exemple, les facteurs de production de l'innovation montrent des progrès substantiels en Chine et en Inde, alors que les résultats de la recherche et de l'innovation montrent des progrès modestes (Altenburg et al., 2008). En outre, il est impossible de savoir, à partir de données transversales, si l'écart entre les efforts et les réalisations se situe au moment de la maturation de l'innovation ou des défaillances du système d'innovation.

Si les disparités dans la production de la connaissance et de l'innovation expliquent les différences du PIB par tête il serait important de comprendre les déterminants de la production de la connaissance mais aussi le rythme de convergence des performances d'innovation des économies.

L'objectif principal de cet article est d'identifier, à travers le temps, les profils des économies qui ont une grande capacité de production de connaissances sur la base des ressources mobilisées et des résultats de la recherche pour en identifier les principaux déterminants. Plus précisément, le papier cherche à répondre à la question de savoir « quels sont les principaux déterminants de cette performance en production de la connaissance ? »

Nous utilisons trois méthodes pour répondre à cette question. Il s'agit de l'analyse en composante principale (ACP), du log t test et de la régression logit ordonné. L'article fournit trois principales contributions à la littérature empirique. La première est la construction de la trajectoire des économies dans un plan formé par l'axe des ressources mobilisées pour l'activité de recherche développement et l'axe de la production de la connaissance. Ces trajectoires mettent en évidence le processus de

rattrapage des économies en développement qui imitent ou qui font un effort d'innovation. La seconde contribution est la mise en évidence des clubs de convergence en termes de production de la connaissance. La troisième contribution est l'identification des déterminants de la production de la connaissance des économies du monde.

Le reste de l'article est organisé comme suit : la section 2 analyse les faits stylisés des économies basées sur la connaissance et l'innovation. La section 3 présente les sources de données et la stratégie empirique. La section 4 analyse les résultats, discute des leçons empiriques et en tire les implications de politiques économiques.

2. Faits stylisés : Une part croissante de l'immatériel

L'objectif de cette section est d'identifier les régions et les économies du monde qui présentent les caractéristiques d'une économie de la connaissance. L'analyse porte sur 249 économies regroupées en blocs régionaux, y compris le groupe des pays émergents Brésil, Russie, Inde Chine, Afrique du Sud (BRICS) et la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Nous utilisons les indicateurs identifiés par la littérature économique comme étant ceux qui définissent une économie basée sur la connaissance. Il s'agit notamment du stock de capital immatériel, du capital humain, de la pénétration des TIC, des investissements en recherche et développement et des investissements directs étrangers.

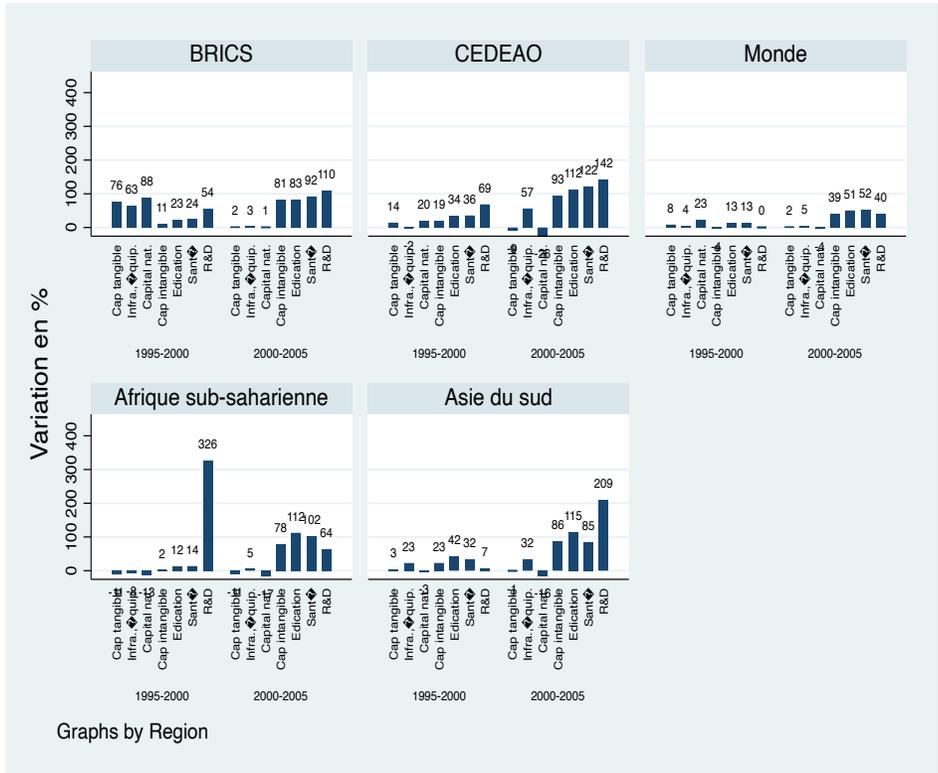
2.1. Augmentation du capital immatériel

Dans cette section, le capital immatériel comprend les actifs constitués par le capital humain (éducation, formation, santé, compétence), les dépenses de R&D, les droits de propriété intellectuelle, les logiciels ou les frais d'organisation. Le stock de capital matériel est composé des infrastructures, des équipements et du capital naturel. Les données utilisées proviennent de la base Base « Wealth Accounting », Banque mondiale¹.

¹ La base de données n'est pas mise à jour par l'institution qui la produit.

Au niveau mondial, le graphique 1 montre une forte augmentation du capital immatériel par rapport au capital matériel sur la période 2000-2005, contrairement à la période précédente 1995-2000. En effet, sur la période 1995-2000, le stock de capital a augmenté de 8,5% alors que celui du capital immatériel était en baisse (-4,1%). Cependant, sur la période 2000-2005, la tendance s'est complètement inversée avec un taux de croissance du capital immatériel de 39% contre 2% pour le capital corporel. Cette augmentation des deux types de capitaux est observée dans le groupe des pays émergents Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud (BRICS) mais aussi en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud et dans la région CEDEAO. Elle est encore plus prononcée en Afrique subsaharienne où le stock de capital matériel a diminué sur la période 2000-2005 (-1%), alors que celui du capital immatériel a augmenté de 78%. Les composantes du capital immatériel qui ont le plus contribué à cette forte croissance sont l'éducation et la santé. La forte croissance de ce capital dans cette partie du monde est due, en partie, à la mobilisation de la communauté internationale à travers ses institutions telles que la Banque mondiale et le FMI ainsi que les partenaires techniques et financiers autour des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). A travers la poursuite de ces objectifs, les pays en développement ont réalisé des investissements significatifs dans la santé et l'éducation sur la période 2000-2005 par rapport aux périodes précédentes.

Graphique 1 : Variation du capital corporel et du capital incorporel au cours des périodes 1995-2000 et 2000-2005 par région



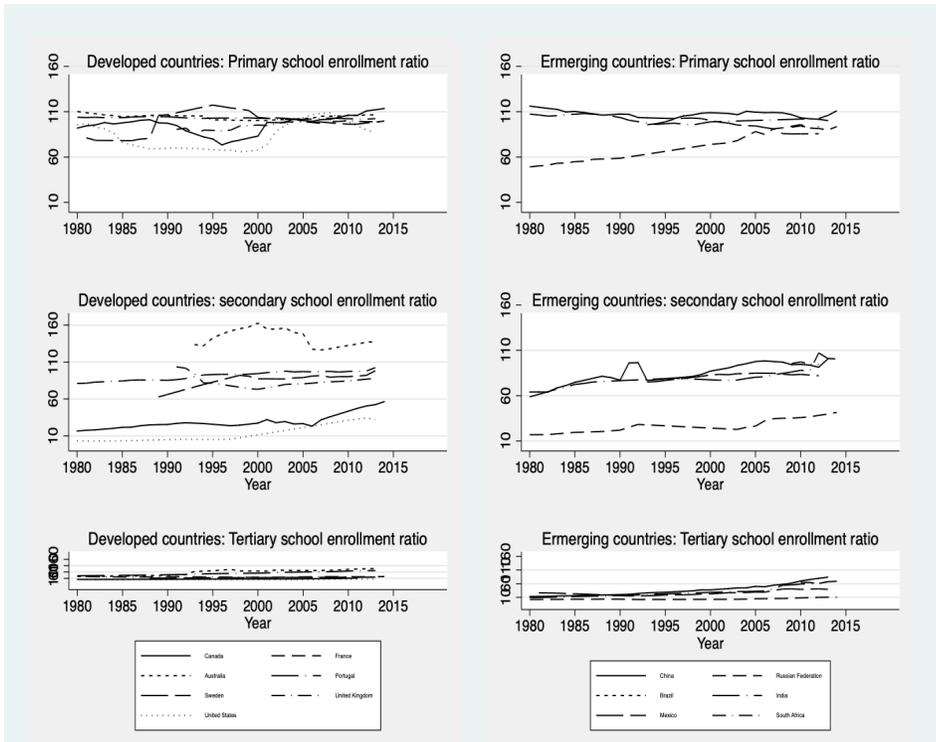
Source : auteur, données : base de la Banque mondiale (World Development Indicator), Base « Wealth Accounting », Banque mondiale.

En ce qui concerne les BRICS, pour qui le capital tangible a fortement augmenté sur la période 1995-2000, on a assisté à un renversement de tendance sur la période 2000-2005 avec une croissance du capital intangible de 81%. Le principal contributeur à cette croissance a été la recherche et le développement, avec un taux de croissance de 112 %. En Asie du Sud, la structure du capital tangible et du capital intangible est singulière. La croissance du second était déjà plus forte que celle du premier sur la période 1995-2000. Ce déséquilibre s'est accentué entre 2000 et 2005 avec un stock de recherche-développement qui a doublé en fin de période.

2.2. Le rôle du capital humain

La demande de services à plus forte intensité de connaissances implique une forte demande de main-d'œuvre qualifiée. Dans cette section, nous nous concentrons sur l'éducation par niveau dans les différentes économies et régions du monde. Les données utilisées proviennent de la base World Development Indicator données de la Banque mondiale. Le graphique 2 montre que les pays développés ont déjà atteint la scolarisation universelle depuis les années 1980. Il en est de même pour les pays émergents, à l'exception de l'Afrique du Sud et de l'Inde. Les pays développés avaient également atteint 100% de scolarisation dans le secondaire depuis cette même date. Seul le Portugal avec un taux de scolarisation dans le secondaire de 60% en 1980 a atteint le niveau de 100% en 1995. Parmi les pays émergents, la Russie a été le premier à atteindre le taux de scolarisation universel en 1980. Les autres pays émergents étaient en dessous de 60 % et ont progressivement évolué vers 100 % en 2014. Le Mexique fait exception, avec un taux de scolarisation dans le secondaire de 60 % en 2014. En ce qui concerne le taux de scolarisation au supérieur, il est passé progressivement de 30 % à plus de 60 % pour certains pays développés. En dehors de la Russie pour qui ce taux est de près de 70 % qu'il est plus faible pour les autres pays émergents (15%).

Graphique 2 : Évolution des taux d'inscription



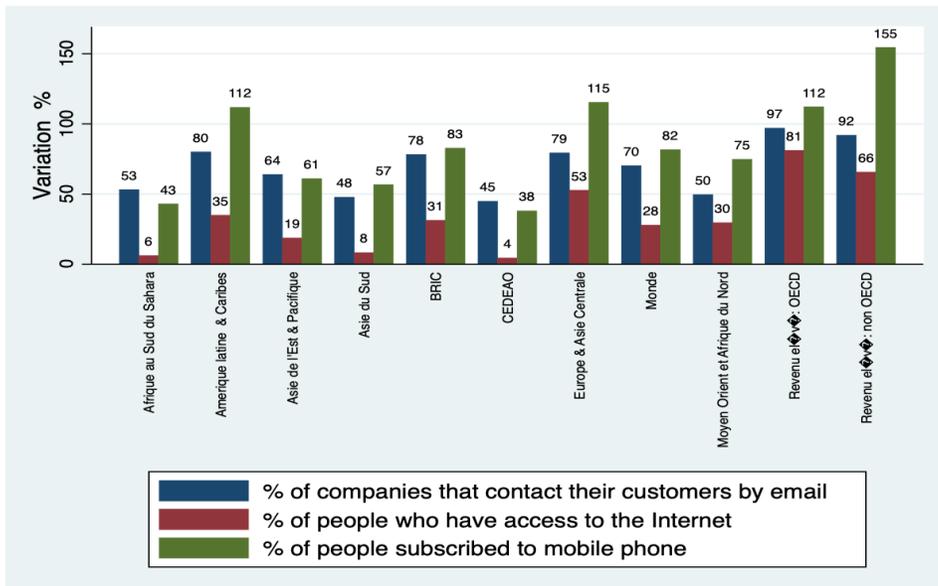
Source : Auteur, données Banque mondiale (World Development Indicator)

2.3. Le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC)

L'information est une autre composante du capital immatériel dont la diffusion s'est accélérée au tournant du millénaire. Sa production a fortement augmenté et son accès est facilité par la popularisation d'Internet et du téléphone mobile. L'accès à Internet et l'utilisation du téléphone mobile réduisent non seulement les coûts de transaction mais favorisent également des formes d'organisation du travail plus efficaces. Ils offrent aux entrepreneurs des possibilités de diversification des partenaires et aux individus l'accès à l'enseignement et la formation à distance beaucoup moins coûteux que le système de formation traditionnel. L'accès à l'Internet peut être mesuré par la vitesse de l'Internet mais aussi par le

nombre de personnes ou d'entreprises qui utilisent le service. Les données utilisées proviennent de la base World Development Indicator données de la Banque mondiale. La colonne 6 du tableau 1 montre la bande passante Internet en Kb/s par personne en 2014. Elle varie de 0,3 Kb/s à 81,3 Kb/s. Les pays ayant les bandes passantes les plus larges sont l'Espagne (81,3 Kb/s), l'Allemagne (75,5,3 Kb/s), Israël (55,8 Kb/s) et la Turquie (40,3 Kb/s). Parmi les pays émergents, la Chine (4,2 Kb/s) et l'Inde (5,2 Kb/s) ont le débit le plus faible. Ils sont suivis par l'Afrique du Sud (18,7 Kb/s), le Brésil (25,1 Kb/s) et Russie (32,9 Kb/s). Le débit est particulièrement faible et varié pour les économies de l'Afrique sub-saharienne où il varie de 0,3kb/s pour le Cameroun à 5,4kb/s pour le Sénégal.

Graphique 3 : Accès, utilisation de l'Internet et pénétration des téléphones mobiles dans les régions du monde



Source : Auteur, données Banque mondiale (World Development Indicator)

Le graphique 3 montre le niveau d'accès à Internet des entreprises (possession d'un site web ou envoi de courriels aux clients) et des personnes, ainsi que le taux de pénétration de la téléphonie mobile par

région ou par niveau de revenu. Il révèle qu'en général, la proportion d'entreprises ayant accès à l'Internet est plus importante que celle des personnes. Les pays de l'OCDE ont le taux d'accès à Internet le plus élevé (92%). Ils sont suivis par ceux d'Amérique latine (80%), du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord (50%). Les pays d'Asie de l'Est, d'Asie du Sud-Est et d'Afrique sub-saharienne viennent loin derrière. Les pays dont les entreprises ont un taux d'accès à Internet élevé sont l'Espagne (75%), la Bolivie (66,5%), la Chine (66,1%). En Afrique subsaharienne, l'Éthiopie est le pays où le taux d'accès à l'internet est le plus élevé (43%), suivi du Botswana (36,6%) et du Rwanda (34,2%). Le taux d'accès des particuliers à l'Internet est plus élevé dans les pays où la bande passante Internet est plus large.

Tableau 1 : Accès, l'utilisation et taux de pénétration de l'Internet et la téléphonie mobile

		Firm		Individu		
		Year Having its own website (%)	Contacting customers email(%)	Internet users by % 2014	Internet users, width, Kb / user 2014	band- Mobile phone registration per 100 people 2014
Afrique						
Botswana	2010	36.6	82.5	11,5	6,4	16,6
Burkina Faso	2009	17.2	57.5	3,7	1,7	0,0
Cameroon	2009	27.4	59.3	5,7	0,3	0,0
Congo, Dem.	2013	17.0	31.4	-	-	-
Rep. Egypte	2008	38.2	45.3	-	-	-
Ethiopia	2011	43.0	79.6	1,5	5,1	0,4
Ghana	2013	33.2	64.9	17,1	0,2	33,3
Kenya	2013	46.1	72.4	32,1	24,0	2,2
Korea, Rep.	2005	...	77.4	84,1	26,0	106,0
Madagascar	2013	29.5	62.0	2,1	0,5	0,1
Malawi	2009	11.7	41.4	4,4	2,8	3,5
Maurice	2009	35.9	69.3	41,4	14,6	21,5
Morocco	2007	38.0	84.2	55,0	14,8	10,0
Mozambique	2007	13.7	27.6	4,8	1,7	1,8
Nigeria	2007	9.7	26.0	32,9	0,3	10,2
Rwanda	2011	34.2	76.5	8,0	6,7	3,2
Senegal	2007	14.6	43.4	19,2	5,4	3,8
South Africa	2007	36.0	70.5	41,0	18,7	26,0
Tanzania	2013	21.3	28.9	13,1	1,2	1,5
Uganda	2013	19.3	40.0	14,7	4,8	7,6
Zimbabwe	2011	31.0	79.1	17,1	3,3	29,7
Asie						
China	2012	66.1	85.0	42,3	4,2	17,2
India	2006	31.1	56.7	12,6	5,2	4,9
Indonesia	2009	5.7	13.2	15,4	17,2	31,9
Malaysia	2007	24.6	66.8	65,8	16,4	13,5
Pakistan	2007	16.6	26.8	10,0	7,3	0,3
Philippines	2009	50.1	67.8	36,2	14,3	3,8
Europe						
Germany	2005	...	76.8	84,0	75,5	41,0
Israel	2013	67.2	98.9	73,4	55,8	65,5
Russian Feder-	2012	64.6	95.1	53,3	32,9	52,9
Spain	2005	75.6	75.6	72,0	81,3	53,2
Turkey	2013	68.1	89.3	45,1	40,3	16,3
Amérique latine						
Bolivia	2010	66.5	93.2	34,2	5,3	6,7
Brazil	2009	55.6	83.7	49,8	25,1	36,6
Colombia	2010	48.2	99.1	49,0	12,2	4,9
Paraguay	2010	49.1	81.0	27,1	11,6	5,5
Peru	2010	52.2	83.7	38,2	13,2	2,8
Uruguay	2010	50.9	88.0	55,1	40,7	32,0
Monde		40.3	70.2			

Source : Auteur, données Banque mondiale (World Development Indicator), « Indice global d'innovation » de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), Organisation pour la Coopération Économique et le Développement (OCDE).

2.4. Les investissements dans la recherche et le développement

Une autre caractéristique de l'économie du savoir est la forte croissance de la production de brevets, de licences et de marques. Le tableau 2 montre l'évolution entre 2000 et 2014 les ressources mobilisées et les résultats de la recherche. Il s'agit des dépenses de recherche et développement en pourcentage du PIB, du nombre de chercheurs, du nombre d'articles scientifique, du nombre de brevets et du nombre de marques commerciales publiées. Les données utilisées proviennent de la base World Development Indicator données de la Banque mondiale. Le niveau moyen des dépenses de recherche et développement est de 2,12% du PIB sur la période 2010-2014. Il a légèrement diminué de 1,8 point de pourcentage sur la période 2005-2009, puis a augmenté de 3,7 points de pourcentage sur le période 2010-2014. L'Amérique du Nord est la région dont la part du PIB consacrée aux dépenses de R & D est la plus importante, avec une moyenne de 2,67 % sur la période 2009-2014. Elle est suivie par l'Asie de l'Est et le Pacifique (2,54%), l'Europe (1,90%), l'Amérique latine (0,82%), l'Asie du Sud (0,77%) et l'Afrique Sub-Saharienne (0,58%). Au niveau des pays, Israël a la plus grande part du PIB consacrée à la recherche et au développement (3,95%), suivi par la République de Corée (3,89%) et l'Allemagne (2,87%). Les pays qui allouent une faible part de leur PIB à la recherche et au développement sont les pays d'Afrique subsaharienne et ceux d'Asie du Sud. Contrairement aux dépenses de recherche et développement, le nombre de personnes engagées dans la recherche est plus élevé en Europe qu'en Asie de l'Est. Cependant, l'Amérique du Nord reste la région qui en compte le plus grand nombre. En termes de production scientifique, les régions d'Europe et d'Asie centrale produisent ce type de connaissances, avec 295 101 articles par an. Elle est suivie par l'Amérique du Nord (237 001), l'Asie de l'Est et le Pacifique (205 383) et l'Amérique latine et les Caraïbes (25 250). L'Asie de l'Est et le Pacifique est le foyer de production de brevets et de marques. Elle devance largement l'Amérique du Nord et l'Europe et l'Asie centrale. Au niveau des pays, les États-Unis, la Chine, la République de Corée et l'Allemagne sont les principaux centres de production de ce type de savoir. Le Brésil, la Turquie et l'Inde ont augmenté de manière significative leur production de marques déposées sur la période 2009-2014.

Tableau 2: Répartition des dépenses de R&D, nombre de chercheurs, nombre d'articles scientifiques publiés, nombre de brevets et nombre de marques déposées.

Country	Expenditure in R&D (% PIB) (x1000)			Researchers (x1000)			Scientific articles (x1000)			Patents (x1000)			Trademarks (x1000)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Sub-Saharan Africa	-	0.5-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botswana	0.3	0.2-	-	-	0.05	-	0.06	0.04	0.04	0.00	0.01	0.01	0.02	0.74	1.58
Burkina Faso	-	-	-	-	-	-	0.03	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	-	0.03	0.03
Cameroon	0.4	0.1-	-	-	-	-	0.10	0.15	0.15	-	-	-	-	-	-
Congo, Dem. Rep.	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-
Congo, Rep.	-	0.2 0.2	-	0.03	-	-	0.09	0.14	0.17	0.00	0.01	-	0.61	0.61	-
Ethiopia	-	0.2 0.4	-	-	0.02 0.04	-	0.08	0.10	0.12	-	-	-	2.44	3.63	5.13
Ghana	0.2	0.4 0.1	-	-	0.06 0.23	-	0.23	0.26	0.28	0.03	0.05	0.12	0.65	1.11	1.90
Kenya	0.3	0.4	-	-	0.04 0.05 0.05	-	0.03	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	1.71	1.88	1.88
Madagascar	0.5	0.4 0.5	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02	-	0.02	-	2.11	1.90	1.04
Mauritius	-	0.2-	-	-	0.02 0.04	-	0.01	0.02	0.02	-	-	-	0.05	0.05	19.03
Nigeria	-	-	-	-	-	-	0.36	0.43	0.47	-	-	-	0.19	0.24	0.31
Rwanda	-	0.4 0.5	-	-	0.01-	-	0.00	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-
Senegal	0.8	0.9 0.8	-	-	0.30 0.36	-	0.07	0.06	0.07	-	-	-	22.91	30.23	33.68
South Africa	-	0.4 0.5	-	-	0.33 0.38 0.36	-	2.27	2.73	3.05	0.94	0.89	-	0.50	0.47	-
Tanzania	0.3	0.3 0.6	-	-	0.04	-	0.09	0.13	0.13	-	-	-	0.01	0.01	-
Uganda	-	-	-	-	0.04	-	0.09	0.13	0.16	0.01	0.01	-	0.01	-	2.08
Zimbabwe	-	-	-	-	0.10	-	0.09	0.07	0.07	-	-	-	0.02	-	-
Middle East & North Africa	0.6	0.60.7	-	-	-	-	12	17	21	3	10	14	55	90	113
Morocco	0.5	0.7 0.8	-	1	1	-	0	0	0	0	0	0	5	10	11
Latin America & Caribbean	0.3	0.2-	-	0.40.5	0.5	-	17.0	23.0	25.0	5.0	6.0	7.0	376	426	460
Bolivia	1.0	1.1 1.2	-	0.1 0.1	0.2	-	-	-	13.0	-	-	-	4	5	-
Brazil	0.1	0.2 0.2	-	0.5 0.6	0.7	-	8.0	12.0	1.0	4.0	5.0	-	99	107	149
Colombia	0.1	0.1 0.1	-	0.1 0.2	0.2	-	-	1.0	1.0	-	-	-	16	22	28
Paraguay	0.1	-	-	0.1 0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	13	17	22
Peru	0.2	0.4 0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	21	24
Uruguay	1.8	1.8 1.9	-	0.3 0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	13	12	6
Europa & Central Asia	2.5	2.6 2.9	-	2.5 2.7	2.8	-	264	287	295	144	146	151	760	809	786
Germany	4.3	4.3 4.0	-	3.2 3.5	4.1	-	43	45	46	49	48	47	77	80	68
Israel	1.2	1.1 1.1	-	3.4 3.2	3.1	-	6	6	6	1	2	1	9	10	9
Russian Federation	1.0	1.3 1.4	-	2.1 2.7	2.8	-	16	14	14	24	26	28	43	53	61
Spain	0.5	0.7 0.9	-	0.4 0.7	0.9	-	16	20	22	3	3	3	79	59	48
Turkey	2.4	2.5 2.5	-	-	-	-	5	8	8	-	2	4	36	69	106
East Asia & Pacific	0.7	0.80.8	-	1.0 1.4	1.5	-	125	171	205	505	633	931	831	1.300	2.100

	1.1	1.51.9	0.10.1	0.2	12	19	23	3	6	10	110	147	233
South Asia													
China	2.5	3.2 3.9	0.6 1.0	1.0	25	57	85	44	159	487	373	712	1,500
Korea, Rep.	0.7	0.8 0.8	3.0 4.5	5.7	12	19	25	84	126	144	110	133	141
India	0.1	0.1 -	0.1 0.1	0.2	12	18	22	3	6	9	88	117	195
Indonesia	0.6	0.8 1.1	0.2 0.1	-	-	-	-	-	-	1.0	39	45	56
Malaysia	0.2	0.5 0.3	0.4 0.7	1.6	-	1.0	2.0	-	1.0	1.0	18	24	30
Pakistan	0.1	0.1 -	-	0.1 0.1	-	1.0	1.0	-	-	-	9	14	20
Philippines	2.5	2.6 2.7	0.1 0.1	-	-	-	-	-	-	-	11	15	20
North America	2.0	2.0 1.8	3.6 3.9	4.0	217	237	-	185	231	266	278	326	359
Canada	2.6	2.7 2.8	3.8 4.5	4.6	23	28	-	4	5	5	40	44	48
United States	2.1	2.0 2.1	3.6 3.8	3.9	194	209	-	181	226	262	238	281	311
World	2.08	2.0 2.12	1.1 1.2	1.3	653	759	825	847	1,000	1,400	2,400	3,100	4,100

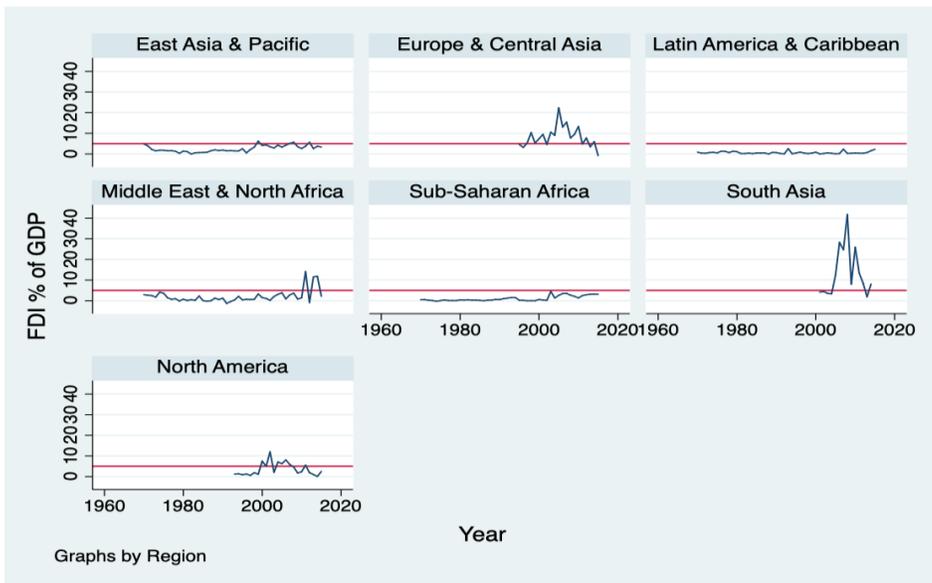
Note. (1)=2000-2004;(2)=2005-2009;(3)=2010-2014

Source : Auteur, données Banque mondiale (World Development Indicator)

2.5. Investissements directs étrangers (IDE)

Le graphique 4 montre la part en pourcentage du PIB des IDE drainés par différentes régions du monde. Ils comprennent aussi bien le capital physique que le capital immatériel. Il montre une augmentation générale du volume des IDE dans toutes les régions. Celles qui attirent le plus d'IDE sont l'Europe et l'Asie centrale, l'Amérique du Nord et, dans une certaine mesure, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient. Les IDE dans ces régions représentent environ 5% du PIB. Les pays d'Amérique latine connaissent une dynamique qui attire de plus en plus d'IDE. Les régions les moins attractives sont l'Afrique sub-saharienne et l'Asie du Sud.

Graphique 4: Stock IDE 2012 (en pourcentage du PIB)



Source : Auteur, données Banque mondiale (*World Development Indicator*)

En somme, depuis le début du millénaire, on observe une augmentation progressive de la part du capital immatériel dans le PIB. Cette augmentation est reflétée par l'accroissement du capital humain et le développement du secteur des TIC. Elle s'accompagne de la production de

connaissances et d'une forte mobilité des investissements directs étrangers. Cela est vrai dans toutes les régions du monde, mais la région de l'Afrique subsaharienne est très en retard, notamment en ce qui concerne le capital humain. Ce retard du continent africain est lié au manque d'infrastructures physiques telles que les écoles, les universités, les infrastructures de télécommunications qui sont nécessaires au développement du capital humain et à l'accès à la connaissance.

3. Méthodologie

3.1. Approche méthodologique

3.1.1. Identification des foyers de production de connaissances par l'approche l'analyse en composante principale (ACP)

La première partie de la méthodologie permet d'identifier les foyers de production de connaissance. Pour ce faire, nous construisons un indice composite de la connaissance et de l'innovation (ICCI) en appliquant la méthodologie de l'analyse en composantes principales (ACP) aux données de la sous-période 2010-2014. Cette méthode permet de construire une variable synthétique latente à partir des données sur les ressources utilisées pour produire la connaissance mais aussi en utilisant les résultats de l'activité de production de la connaissance. Les variables utilisées sont celles qui mesurent les ressources utilisées dans la production de connaissances et d'innovation, telles que le nombre de chercheurs, le nombre d'ingénieurs, le poids des dépenses de R&D dans le PIB, etc. Elles comprennent également celles qui mesurent le niveau de production de la connaissance et de l'innovation comme le nombre de brevets, le nombre d'articles scientifiques produits, etc. Le plan formé par les deux premiers axes de facteurs fournit le maximum d'informations contenues dans l'ensemble des variables. En analysant la corrélation entre les variables et chacun des deux axes, il est possible de leur donner un sens et aussi d'en donner au plan qu'ils forment.

Le ICCI est une somme pondérée d'indicateurs simples (variable) mesurant les ressources utilisées dans la production de connaissances et d'innovation et d'indicateurs mesurant le niveau de production de connaissances et d'innovation. Les pondérations sont définies selon la méthodologie de l'ACP présentée ci-dessous.

En notant x_i^j la valeur de l'indicateur j du pays i , la variable z_i^j est une transformation de x_i^j selon la formule suivante :

$$z_i^j = \frac{1}{\sqrt{I}} \frac{x_i^j - \bar{x}^j}{\sigma_j} \quad (1)$$

Où \bar{x}^j est la moyenne de l'indicateur x_i^j , σ_j est son écart-type, I le nombre de pays. La matrice Z est un tableau dont les colonnes sont z_i^j . L'objectif de cette méthode est de déterminer le plan qui maximise la dispersion du nuage de points (la variance) qui correspond à la quantité d'informations contenues dans les variables. Si v est un vecteur unitaire, l'inertie autour de l'axe engendrée par ce vecteur est :

$$In^v = \frac{v' (ZZ') v}{v'v} \quad (2)$$

Le programme de maximisation qui fournit le v est donné par :

$$Max_v \frac{v' (ZZ') v}{v'v} \quad (3)$$

Nous écrivons λ une valeur propre de ZZ' . Le programme fournit autant de valeurs propres que de variables dans Z . v déterminé par $\lambda v = ZZ'v$ correspond au vecteur propre de ZZ' lié à la valeur propre λ . C'est l'inertie maximale dans la direction de v , avec v_α le vecteur unitaire de l'axe α . Les

coordonnées factorielles d'un indicateur j sur l'axe α sont calculées comme

$$\Phi_{\alpha}(j) = Z^j v_{\alpha} \quad (4)$$

suit :

Les coordonnées factorielles d'un pays individuel i sur l'axe α sont obtenues à partir de la formule suivante :

$$F_{\alpha}(i) = Z_i u_{\alpha} \quad (5)$$

$$F_{\alpha} = \sum_j^J u_{\alpha}^j Z^j \quad (6)$$

L'équation 6 montre que les coordonnées factorielles d'un pays sont une moyenne particulière des valeurs des indicateurs. De plus, les coordonnées des indicateurs et des pays sont liées [8, 9].

$$\Phi_{\alpha}(j) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_{\alpha}}} \sum_i^I z_i^j F_{\alpha}(i) \quad (7)$$

$$F_{\alpha}(i) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_{\alpha}}} \sum_j^J z_i^j \Phi_{\alpha}(j) \quad (8)$$

Les économies atypiques, c'est-à-dire d'économies qui présentent des caractéristiques particulières sont exclues de la construction de l'indice composite. Cependant l'équation 8 permet de calculer leurs coordonnées au même titre que les autres économies maintenues dans la construction de l'indice.

L'indice composite ICCI est normalisé selon la fonction min-max et multiplié par 10 pour obtenir un score compris entre 0 et 10. Les économies qui ont un score de ICCI élevé sont les foyers de production de la connaissance. Toutes les économies sont classées par ordre décroissant de ICCI, par région et par niveau de PIB par habitant.

- Analyse des trajectoires des foyers de production de connaissances

La deuxième partie de la méthodologie permet de construire les trajectoires des foyers de production de connaissances. Pour ce faire, nous partons de l'analyse réalisée dans la première partie de la méthodologie, c'est-à-dire du plan construit ci-dessus. Pour chaque sous-période 1980-1984, 1985-1989, 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 et 2010-2014, il est possible de projeter dans ce plan la position des différentes économies. Pour une économie donnée, la courbe formée par ces sept points constitue sa trajectoire dans le plan. L'interprétation de cette trajectoire dépend de son degré de corrélation avec les deux axes qui définissent ce plan. Les économies seront ensuite regroupées selon la tendance de leur trajectoire.

3.1.2. Identification des foyers de production de connaissances par l'approche club de convergence

Les techniques économétriques permettent de regrouper les économies selon l'évolution de leur trajectoire. Il s'agit du log t test. Cependant, l'hétérogénéité entre les pays, leur système national d'innovation et la différence entre la vitesse de convergence réduisent l'efficacité du test de convergence habituel (Phillips & Sul, 2007). Phillips & Sul utilisent un modèle factoriel simple où ils introduisent une hétérogénéité transversale et temporelle dans les paramètres comme suit :

$$X_{it} = \delta_i \mu_t + \epsilon_{it}$$

(9)

où δ_i évalue la distance idiosyncratique entre un facteur commun μ_t et la partie systématique de X_{it} . Le mouvement du pays X_{it} par rapport à μ_t et

δ_i est capturé par une moyenne des deux éléments idiosyncratiques, c'est-à-dire l'élément systématique δ_i et ϵ_{it} .

Le chemin de transition individuel du log de la production de connaissances, $\log Z_{it}$ implique :

$$\log z_{it} = \log \tilde{z}_i^* + \log A_{i0} + [\log \tilde{z}_{i0}^* - \log \tilde{z}_i^*] \exp(-\beta_{it} t) + X_{it} t \quad (10)$$

où $\log \tilde{z}_{i0}^*$ et $\log \tilde{z}_i^*$ sont les niveaux initial et d'équilibre de la production effective de connaissances logarithmiques, et β_{it} c'est une vitesse d'ajustement variant dans le temps. Comme dans le modèle de croissance néoclassique, le paramètre beta représente la vitesse de la convergence. En outre, ce paramètre augmente avec le progrès technologique (X_{it}) (Phillips et Sul, 2009). L'équation 10 peut alors s'écrire comme suit :

$$\log z_{it} = a_{it} + X_{it} t = \delta_{it} \mu_t \quad (11)$$

En formulant $L(t) = \log(t)$, Phillips et Sul (2007) montrent qu'il est possible de tester statistiquement l'hypothèse en utilisant le modèle de régression "log t" suivant :

$$\log(H_1/H_t) - 2\log(\log(t)) = a + b * \log t + u_t \quad (12)$$

pour $t=[rt], [rt]+1, \dots, T$ avec $r>0$. L'expression $-2\log(\log(t))$ est une fonction de pénalité qui améliore les performances, en particulier dans l'alternative. Le paramètre test b dépend de α . En fait, Phillips & Sul (2007) suggèrent que la valeur estimée de $\log t$ est $\hat{b} = 2\hat{\alpha}$ où $\hat{\alpha}$ est la valeur estimée de α sous l'hypothèse nulle. Le rejet de l'hypothèse nulle en utilisant cette approche ne signifie pas qu'il n'y a pas de convergence. Il est possible de tester l'hypothèse de convergence pour différents groupes de pays et d'identifier les points communs au sein d'un panel de pays.

Pour tester la convergence, l'équation 14 est estimée en trois étapes. Dans un premier temps, le rapport (h_1/h_t) est calculé et dans un deuxième temps, la statistique t robuste conventionnelle est estimée en utilisant l'équation (11). La dernière étape un test t unilatéral robuste d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité de l'hypothèse nulle d'inégalité $\alpha \geq 0$ est appliqué en utilisant le coefficient estimé b et les erreurs standard cohérentes d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation. Au niveau de 5%, l'hypothèse nulle de convergence est rejetée si la statistique a une valeur inférieure à 1,65. La connaissance est mesurée par la production de brevets publiés.

3.1.3. Les déterminants de la production de la connaissance

Les déterminants de la production de la connaissance sont identifiés à partir d'un modèle logit ordonné. Le choix de cette méthode repose sur le fait que la variable dépendante c'est-à-dire les clubs sont ordonnés selon la quantité de connaissance produite c'est-à-dire le nombre de brevets produits. Ainsi, il existe une variable latente Y^* telle que :

$$Y_i = 1 \text{ si } Y_i^* < \kappa_1$$

$$Y_i = 2 \text{ si } \kappa_1 < Y_i^* < \kappa_2$$

$$Y_i = 3 \text{ si } \kappa_2 < Y_i^* < \kappa_3$$

Etc.

$$Y_i^* = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i = Z_i + \varepsilon_i$$

La variable latente a plusieurs seuils (κ_i) . Les X_{it} sont les déterminants de la production de la connaissance. Le modèle est estimé à l'aide de la commande ologit de Stata.

Tableau 3: Les variables explicatives de la production de la connaissance

	Signe attendu :	Explication
	Y=1 produit beaucoup de connaissance ; Y=n produit peu de connaissance (Barrios et al., 2019) Y est le club.	
Dépense en recherche développement (R&D)	(-)	Une augmentation des dépenses en recherche développement augmente la propension à produire de connaissance. (Blanco et al., 2009; Wang et al., 2014)
Capital Humain (HC)	(-)	Une augmentation du capital humain augmente la propension à produire de connaissance (Caragliu & Nijkamp, 2012; Foddi & Usai, 2013; Kalapouti & Varsakelis, 2015; Ó hUallacháin & Leslie, 2007)
Densité de la population (DEN)	(-)	Une croissance de la densité de la population augmente la propension à produire de connaissance (Audretsch & Feldman, 1996; Crescenzi et al., 2007; Ponds et al., 2009; Usai, 2011).
valeur ajoutée régionale (GVA)	(-)	Une augmentation des valeurs ajoutées régionale augmente la propension à produire de connaissance (Audretsch & Feldman, 1996; Marrocu et al., 2013)
Développement du système national d'innovation (INS)	(+)	Une progression des capacités du système national d'innovation diminue la propension à produire de connaissance car les grandes valeurs de cet indicateur correspondent à une faiblesse institutionnelle (Barrios et al., 2019).

Source : auteur

3.2. Sources de données

Les données utilisées dans ce document sont issues de la base de données des indicateurs du développement mondial. Elles couvrent la période de 1980 à 2019 et ne sont pas toujours disponibles tout au long de cette période. Les données relatives aux indicateurs de connaissance sont également fournies par la Banque mondiale. Elles sont disponibles sur le site web de l'ONUDI. Les données sur la qualité des institutions viennent de « Global Competitiveness Report 2019 » publié par le Forum économique mondial. Un pays qui a une grande valeur pour cet indicateur signifie que l'économie de ce pays est moins compétitive.

4. Résultats

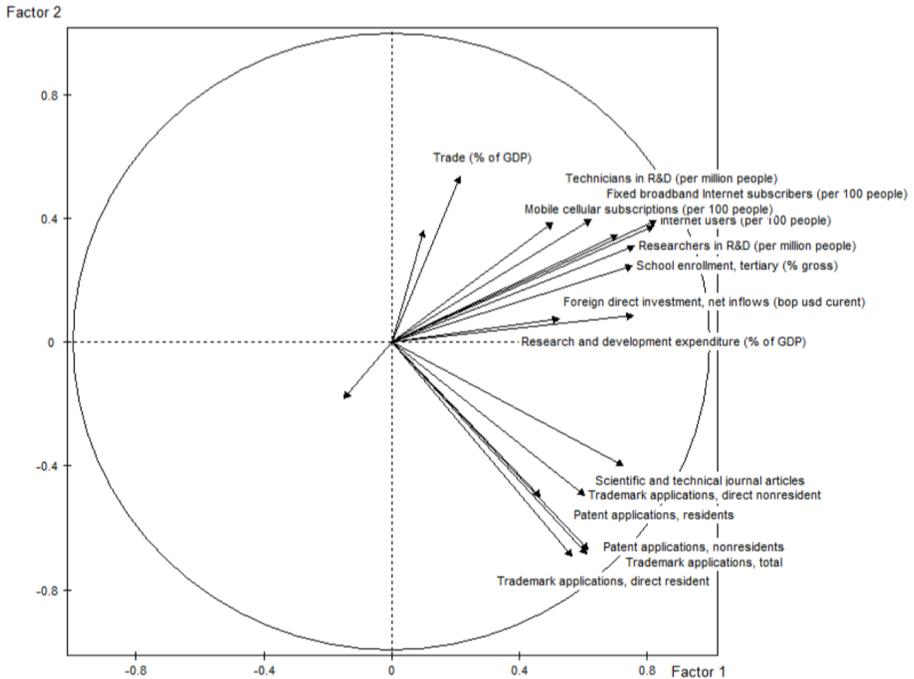
Les sous-sections suivantes présentent les principaux résultats. La première concerne les principales économies fondées sur la connaissance et leur trajectoire, la seconde porte sur les clubs de convergence et la troisième sur les déterminants de la production de la connaissance.

4.1. Les principaux centres de production de connaissances

Le graphique A1 en annexe montre que la plupart des informations (49%) contenues dans l'ensemble des indicateurs se trouvent dans les deux axes factoriels. Le choix de ces deux axes est basé sur le critère défini par Jolliffe (2014) et Kaiser (1974). Le graphique 8 montre le premier plan formé par ces axes. Les indicateurs peuvent être divisés en deux groupes en fonction de leur degré de corrélation avec chacun des deux axes de ce plan. Le premier groupe a un coefficient de corrélation moyen avec le premier axe égal à 0,72. Il est composé des dépenses en recherche et développement, du nombre de chercheurs en R&D, du nombre brut d'inscriptions dans l'enseignement supérieur, du nombre d'utilisateurs d'Internet. En fait, cet axe est l'axe des ressources mobilisées pour la production de la connaissance ou l'axe des capacités de production de la connaissance. Le deuxième groupe d'indicateurs est composé du nombre

de brevets publiés par des résidents ou des non-résidents, du nombre total de marques déposées. Cet axe est celui de la production de la connaissance. Le plan de ces deux axes est le plan des économies de la connaissance.

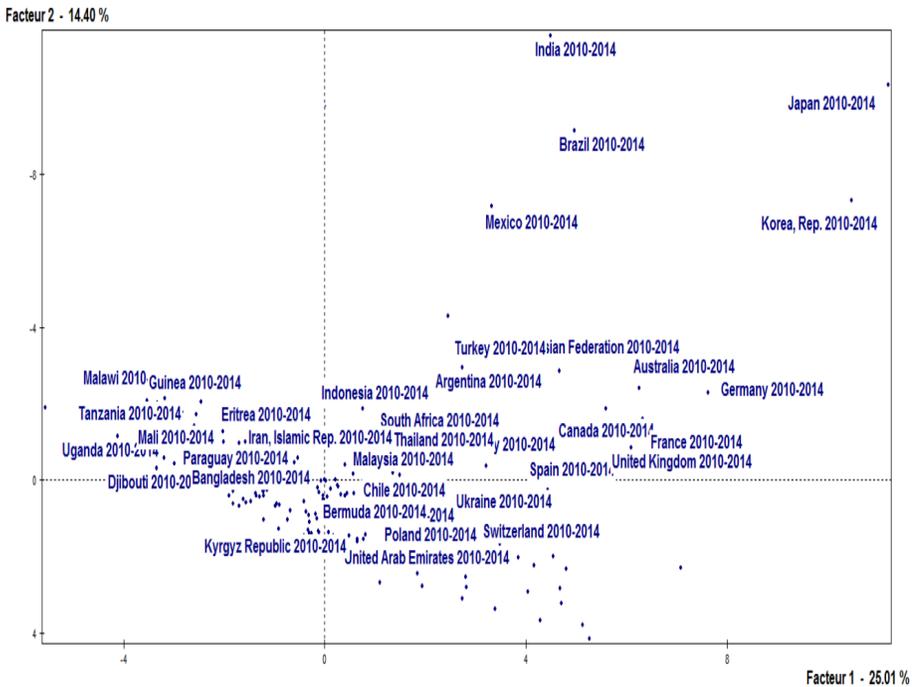
Graphique 5 : Premier plan factoriel de l'espace des variables



Source : Auteur

Le graphique 6 montre la position de chaque économie dans ce plan. Chaque cadre du plan caractérise un modèle d'économie. Le premier cadran supérieur droit contient les économies qui mobilisent beaucoup de ressources et produisent des beaucoup connaissances. Le deuxième cadran inférieur droit contient les économies qui mobilisent beaucoup de ressources mais produisent moins de connaissances que le premier groupe. Le troisième, inférieur gauche, contient les pays qui ne mobilisent pas assez de ressources et produisent peu de connaissances. Le quatrième, supérieur gauche, est celui des économies qui allouent moins de ressources à la production de connaissances mais produisent des connaissances.

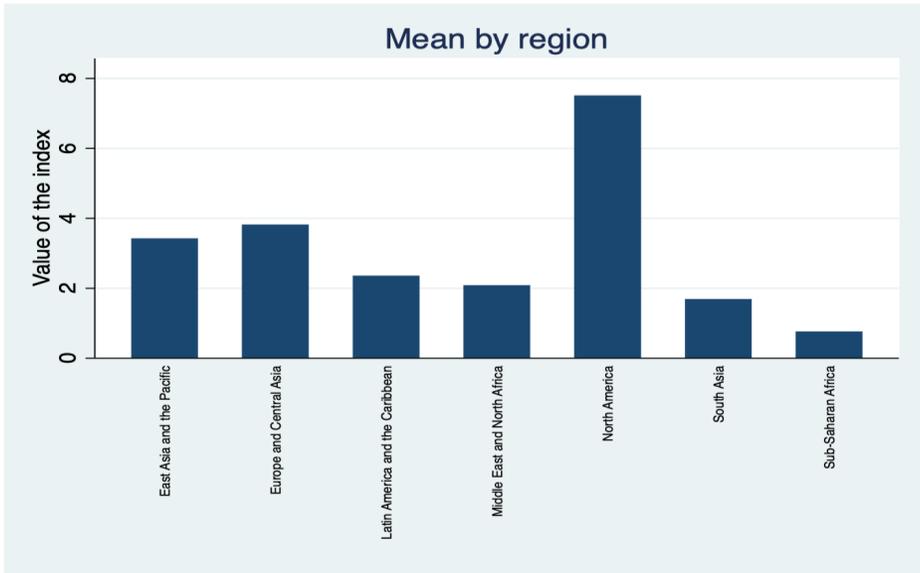
Graphique 6 : Premier plan factoriel de l'espace individu-pays



Source : Auteur

Le tableau A2 en annexe montre le niveau de corrélation entre le premier axe et les différents indicateurs. Les indicateurs qui ont un faible niveau de corrélation sont le niveau des échanges commerciaux en % du PIB (0,22), les investissements directs étrangers, IDE entrant nets en % du PIB (0,10) et le taux brut de scolarisation primaire (-0,15). Le niveau de corrélation des autres indicateurs avec cet axe est élevé et positif (entre 0,47 et 0,83), prouvant ainsi la qualité de cet axe en tant qu'indicateur composite (ICCI). Il est normalisé selon la méthodologie décrite ci-dessus. Le graphique 7 le montre par région du monde. Il révèle que les pays d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie de l'Est et du Pacifique, qui sont aussi des pays à haut revenu, ont des économies fondées sur la connaissance. Les économies des pays africains, mais aussi celles des pays d'Asie du Sud, sont en retard dans l'utilisation de la connaissance comme facteur de production.

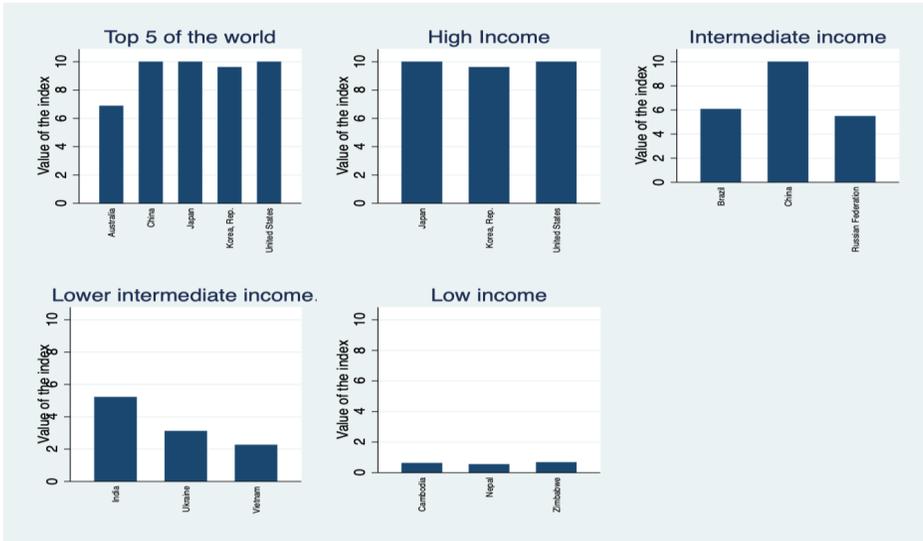
Graphique 7 : L'indice composite de production de connaissance par région



Source : auteur

Le graphique 8 montre les foyers de production de connaissances par niveau de revenu. Les cinq économies les plus performantes en matière de production de connaissances sont la Chine, les États-Unis, le Japon, la Corée et l'Allemagne. Parmi les économies à revenu élevé, les États-Unis, la Corée et le Japon sont les trois premiers centres de production de connaissances. La Chine, le Brésil et la Russie sont les trois premiers parmi les économies à revenu intermédiaire. En revanche, l'Inde, l'Ukraine et le Vietnam figurent parmi les économies à revenu intermédiaire les plus faibles, tandis que le Cambodge, le Népal et le Zimbabwe sont les plus productifs en matière de connaissances et d'innovation.

Graphique 8 : Pays producteurs de connaissances par niveau de revenu

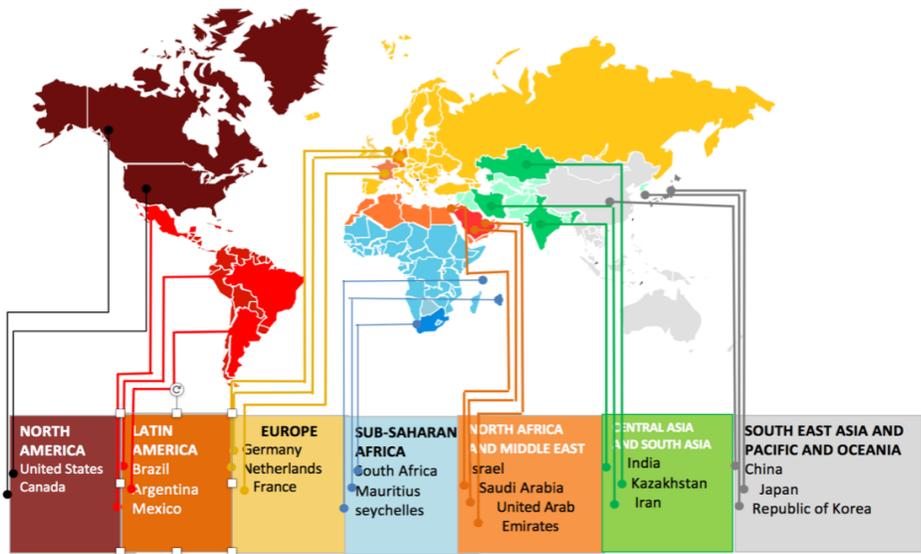


Source : Auteur

Une cartographie des pays en fonction du niveau de l'indice permet une lecture spatiale des foyers de production de connaissances. Le graphique 9 caractérise ces foyers par région. En Amérique du Nord, les foyers de production de connaissances sont les États-Unis et le Canada. Le Brésil, l'Argentine et le Mexique ont les meilleures performances en matière de production de connaissances et d'innovation en Amérique latine.

En Europe, l'Allemagne, les Pays-Bas et la France ont obtenu les meilleurs résultats, tandis qu'en Afrique subsaharienne, l'Afrique du Sud, l'île Maurice et les Seychelles ont produit davantage de connaissances et d'innovations. Dans la région Afrique du Nord et Moyen-Orient, l'Arabie saoudite et les Émirats arabes unis sont les mieux classés. En Asie centrale et du Sud-Est, l'Inde, le Kazakhstan et l'Iran sont les principaux centres de production de connaissances et d'innovation. Enfin, les économies fondées sur la connaissance en Asie du Sud-Est, Pacifique et Océanie sont la Chine, le Japon et la République de Corée.

Graphique 9 : Les foyers de production de connaissances par région



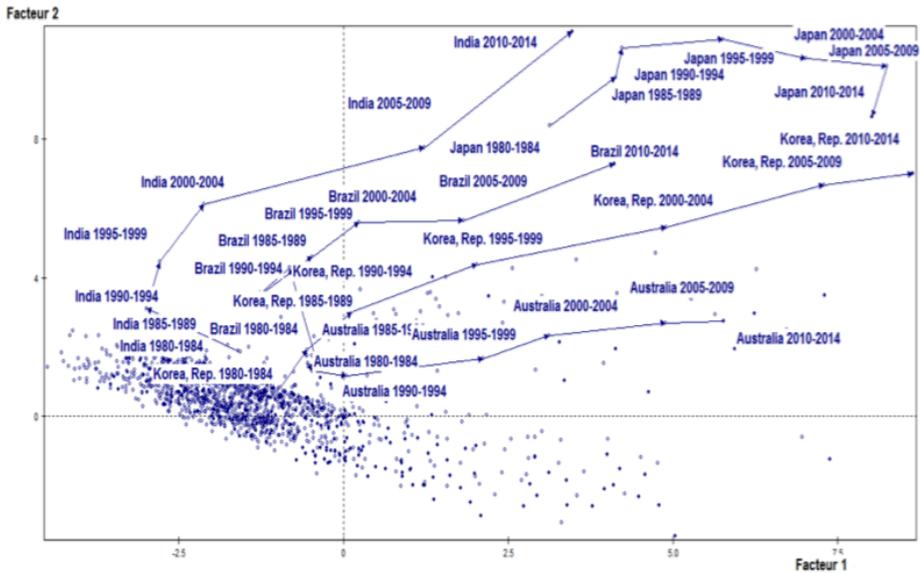
Source : auteur

4.2. Trajectoire des foyers de la connaissance

Il serait intéressant d'analyser la trajectoire des économies qui sont des centres de production de la connaissance de 1980 à 2014. Elle est tracée dans le plan des économies de la connaissance. Cette trajectoire est constituée de sept points correspondant à la position de chaque économie dans ce plan au cours des périodes 1980-1984, 1985-1989, 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014. À ce stade de l'analyse, la Chine et les États-Unis ont été exclus en raison de leur position aberrante. Leur présence dans le nuage de points des pays déforme fortement la position des autres pays et rend illisible la trajectoire de ces derniers. La trajectoire de la Chine et des États-Unis est présentée dans le graphique A.3 de l'annexe. Pour les autres pays, trois types de trajectoire sont identifiés. Le premier axe est celui des pays qui augmentent progressivement leur capacité de production de la connaissance et dont le rythme d'innovation et de production de connaissances croît. Les pays concernés sont l'Inde, l'Australie, la République de Corée, le Brésil, l'Inde et le Japon. L'Inde alloue moins de ressources à la production de

connaissances que les autres économies, mais son rendement est plus élevé. Dans les années 1980, elle faisait partie des économies qui produisaient peu de connaissances, mais elle a rapidement évolué pour rattraper le Japon dans les années 2010. La République de Corée consacre plus de ressources à la recherche et au développement que le Brésil, mais elle produit moins de connaissances (graphique 10).

Graphique 10 Trajectoire des économies performantes dans la production de la connaissance

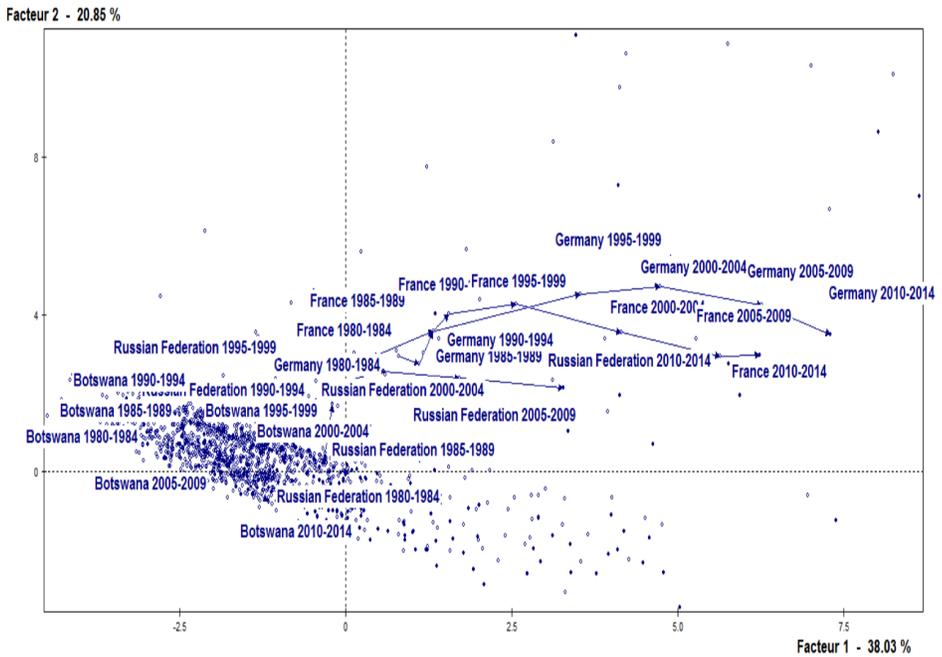


Source : auteur

Le deuxième type de trajectoire, présenté dans le graphique 11, concerne les pays ayant une forte capacité de production de connaissances, mais dont le niveau de production diminue. Il s'agit principalement de pays européens, en particulier l'Allemagne, la France et la Russie. Ces pays produisent moins de connaissances que dans leur passé mais consacrent beaucoup de ressources à la production de la connaissance. Leur trajectoire a commencé à décliner à partir des années 1990 alors que celle des pays du premier groupe de pays a commencé à croître à cette date. Le troisième type de trajectoire est celui des pays dont le niveau de ressources

consacrées à la connaissance est instable mais dont le taux de production de connaissances augmente (confer A5 en annexe).

Graphique 11 Trajectoire des économies à faible performance dans la production de la connaissance



Source : Auteur

En définitive, les économies fondées sur la connaissance sont celles du premier groupe de pays composé de la Chine, des États-Unis, de l'Inde, du Brésil, du Japon, de la République de Corée, de l'Australie et du Botswana. Ces économies ont adopté des modèles de recherche et développement. L'approche adoptée pour identifier les économies fondées sur la connaissance est exploratoire et descriptive. La section suivante utilise une approche confirmatoire pour identifier les clubs de convergence de la production de la connaissance.

4.3. Les clubs de production de la connaissance

Le tableau 4 présente les résultats du log t test. Les t-stats sont supérieurs à -165 à l'exception du groupe hétérogène. L'évolution du nombre de

brevets publiés de ces pays ne converge pas. Le recours à l'optimisation de la construction des clubs à l'aide de la commande merge permet de regrouper certains clubs similaires. Au final, nous obtenons six clubs d'économies dont la production de connaissance converge.

Tableau 4 : Résultat du log t régression sur le nombre de brevets publiés

Club	Coefficient	Erreur standard	t-stat
1	0,8733**	0,1371	6,3676
2	-0,0132**	0,0143	-0,9276
3	-0,0054**	0,0154	-0,3523
4	0,948**	0,3281	2,889
5	1,4876**	0,4396	3,3842
6	2,3236**	0,7111	3,2676
7	0,9149**	2,6399	0,3466
8	-0,0962**	2,876	-0,0334
9	-1,332**	1,4668	-0,908
10	0,1222**	2,2646	0,0539
11	-1,4166**	1,0468	-1,3532
Groupe hétérogène	-1,4559	0,0304	-47,9189

Source : auteur

Note : * $p > 0.1$; ** $p > 0.05$; *** $p > 0.001$

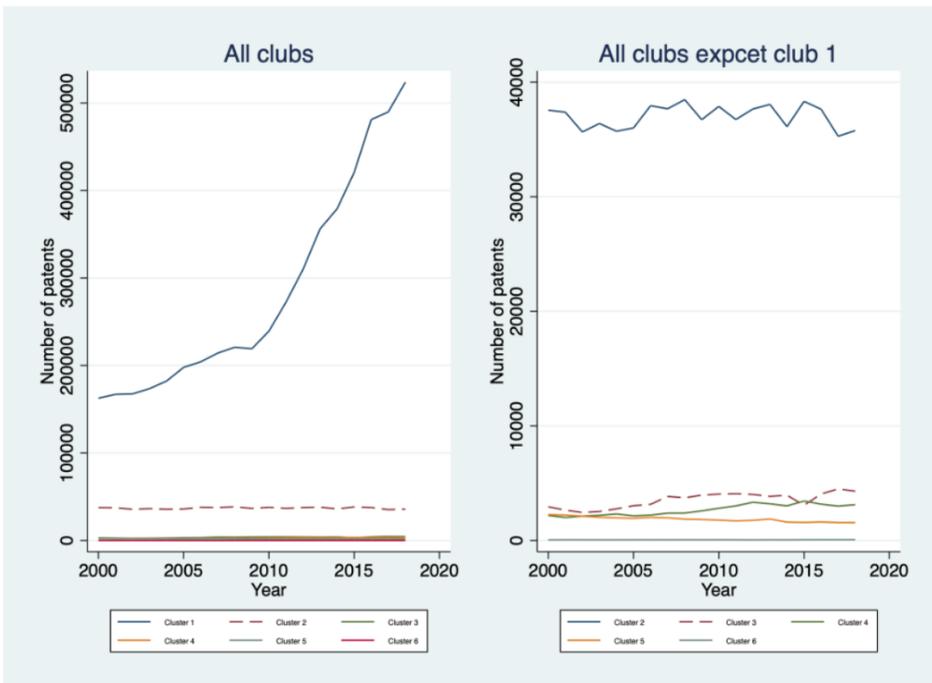
Tableau 5 : Optimisation des clubs

Club final	Club initial
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6,7,8,9,10,11

Source : auteur

Le graphique 12 présente le nombre moyen de brevets publiés par club de 2000 à 2019. Ces courbes correspondent à la dynamique transitoire de chaque club de convergence. On observe que en 2019 les clubs peuvent être ordonnés selon le nombre de brevets publiés. Le premier club produit largement plus de brevets que le second qui à son tour en produit largement plus le troisième. L'écart de brevets produits par les clubs 3, 4, 5 et 6 est relativement plus faible. Les deux premiers clubs sont constitués d'économies qui innovent. Les clubs 3,4 et 5 sont constitués d'économies qui produisent beaucoup moins que les deux premiers groupes. Ce sont les économies qui les imitent. Cependant, elles ont des capacités différentes d'imitation. Le dernier club est composé d'économies qui stagnent en termes de production de connaissance.

Graphique 12 : Les clubs de production de brevets



Source : auteur

Le club 1 est constitué de la Chine, du Japon, de la République de Corée et des États Unis

Alors que le club 2 est composé de l'Allemagne et de la Russie. S'agissant du club 3, il comprend la Bélarusse, le Brésil, le Canada, la république Tchèque, le Danemark, l'Égypte, la France, l'Inde, l'Iran, l'Israël, l'Italie, le Kazakhstan, la république populaire de Corée, la Malaisie, le Mexico, le Pays-Bas, le Portugal, l'Arabie Saoudite, le Singapore, l'Espagne, la Thaïlande, la Turquie, l'Ukraine, le Royaume Unis, et le Vietnam. Le club 4 se compose Autriche, la Pologne, le club 5 regroupe Australie, la Finlande, la Nouvelle Zélande, la Norvège, la Suède et la Suisse. Le club 6 : les économies de ce club au nombre de 180 sont présentées en A6.

Ce résultat diffère de celui souvent trouvé dans la littérature notamment celui de Stöllinger (2013) qui a identifié trois groupes d'économies celles qui innove, celles qui imitent et celles qui stagnent. Ces résultats indiquent une hétérogénéité des différents groupes identifiés par la littérature.

4.4. Les déterminants de la production de la connaissance

Les résultats sur les déterminants de la production de la connaissance montrent que les dépenses en recherche et développement augmentent les chances de produire la connaissance notamment les brevets. Les autres variables telles que le capital humain c'est-à-dire la proportion de personnes ayant le niveau de l'enseignement supérieur, la densité de la population, le niveau de la valeur ajoutée globale, le développement institutionnel ont le signe attendu.

La codification des clubs est telle que les grandes valeurs des clubs indiquent une faible production de la connaissance. Ainsi, le signe négatif du capital humain indique que plus la proportion de personnes ayant le niveau de l'enseignement supérieur est élevée, plus le pays a des chances d'appartenir un club qui produit plus de connaissance. Ce résultat confirme celui de certains auteurs (Barrios et al., 2019; Caragliu & Nijkamp, 2012; Foddi & Usai, 2013; Kalapouti & Varsakelis, 2015). En effet, la recherche développement est intensive en main œuvre très qualifiée. La production de la connaissance nécessite la disponibilité d'une telle main d'œuvre pour mener la recherche. De même, pour bénéficier des externalités de la

connaissance à travers sa diffusion les économies ont besoin d'une proportion suffisante de main d'œuvre qualifiée en mesure d'assimiler la connaissance produite par les autres économies afin de l'appliquer à l'économie locale. Par ailleurs, le signe de la densité de la population confirme les résultats de Barrios et al. (2019), Crescenzi et al. (2007) et Ponds et al. (2009). En effet, une forte densité de la population à travers les agglomérations augmente les externalités de la connaissance et favorise plus de production de connaissance (Barrios et al., 2019).

S'agissant de l'intensité de l'activité économique qui aboutit à une plus grande valeur ajoutée régionale, elle favorise la production de la connaissance comme l'atteste (Audretsch & Feldman, 1996; Barrios et al., 2019; Marrocu & Paci, 2012). Enfin, la qualité des institutions affecte positivement la production de la connaissance comme l'indique le signe dans les résultats. Ce résultat est similaire à celui de Barrios et al. (2019).

Tableau 6 : Déterminants de la production de la connaissance

Variable	Coefficient	Std. Error(a)	z
R&D	-.7594033*	.3991759	-1.90
HC	-.78339***	1.054593	-2.64
DEN(b)	-.0001926**	.0000862	-2.24
GVA	-6.00e-11**	2.48e-11	-2.42
INS	.0658525**	.0325903	-2.02
/cut1	-7.179894		
/cut2	-6.205504		
/cut3	-2.753723		
/cut4	-2.601719		
/cut5	-2.132948		
No. of observations	121		
Wald (p-value)	78.15 (0.00)		
Pseudo R2	0.3342		

(a) Entre parenthèses erreurs standard robustes à l'hétéroscédasticité.

(b) Variable en logarithmes. Estimations obtenues à l'aide de la commande Stata ologit

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Source : auteur

5. Conclusion

La théorie de la croissance endogène a mise en évidence le rôle crucial de la connaissance comme facteur de croissance auto entretenue. Cependant les économies du monde ne disposent pas des mêmes capacités de production de la connaissance et peu d'études se sont intéressées aux déterminants de la production de la connaissance. L'objectif principal de cet article était d'identifier les principales économies de la connaissance, d'analyser leurs trajectoires et d'identifier les déterminants de la production de la connaissance. L'article utilise l'analyse en composante principale (ACP), le test de log t et le modèle logit ordonné. Les données utilisées proviennent de la base de données de World Banque Indicators, de celle de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), de celle de l'Organisation de la Coopération pour le Développement Économique (OCDE) et de Global Competitiveness Index de 1980-2019. Les résultats montrent que l'Amérique du Nord est la région dont la part du PIB en termes de dépenses de R&D est la plus importante, avec une moyenne de 2,67 % sur la période 2009-2014. L'Europe et l'Asie centrale mobilisent plus de personnes pour les activités de recherche et développement produisent plus d'articles scientifiques, avec 295 101 articles par an. L'Asie de l'Est et le Pacifique sont un foyer pour la production de brevets et de marques.

Au niveau des pays, le Brésil, la Turquie et l'Inde ont augmenté de manière significative leur production de marques déposées sur la période 2009-2014. Le taux d'accès des particuliers à Internet est plus élevé dans les pays où la bande passante Internet est plus large. Il s'agit de l'Espagne, de l'Allemagne, d'Israël et de la Russie. Les économies d'Amérique du Nord, d'Europe scandinave et du Japon sont les principaux centres de production de connaissances. Ils sont suivis par les économies des BRICS, Singapour et l'Australie. Les trajectoires de ces foyers de connaissance sont très différenciées. La Chine, l'Inde, le Brésil, la République de Corée et l'Australie suivent la trajectoire des économies de la connaissance, contrairement à certains pays développés comme la France et l'Allemagne.

Les résultats économétriques révèlent l'existence de six clubs de pays ordonnés selon le nombre de brevets publiés. Les deux premiers clubs sont des économies qui innovent, les groupes 3,4,5 imitent alors le groupe 6 stagne. Les principaux déterminants de l'appartenance à un club qui produit plus de connaissance sont les dépenses en R&D soutenue par des facteurs structurels tels la taille des agglomérations à travers la densité de la population, le niveau du capital humain, le niveau de la valeur ajoutée régionale et la qualité des institutions.

Ces résultats alimentent les discussions sur le rattrapage technologique et présentent un grand intérêt pour la définition d'une politique de transfert de connaissances. En effet, une identification précise des différentes économies fondées sur la connaissance et les déterminants de la production de la connaissance permettent d'élaborer une politique efficiente de transfert de connaissance des foyers de la connaissance vers les pays en développement. Une recommandation de politique économique pour les pays en développement consisterait à relever le niveau du capital humain dans ces pays. En plus, la mise en place d'institutions de qualité et adéquates augmentera leur capacité de production de la connaissance.

Ce papier présente deux principales limites. La première est la non prise en compte de toutes les formes de connaissance dans la détermination des clubs de convergence. Il s'agit notamment les marques déposées, les articles scientifiques etc. La seconde limite est la non prise en compte de la spécialisation dans un domaine spécifique des économies dans la production de la connaissance. La prise en compte de ces limites fera l'objet de nos futurs travaux.

Références

Aghion, P., Akcigit, U., & Howitt, P. (2014). Chapter 1—What Do We Learn From Schumpeterian Growth Theory? In Philippe Aghion and Steven N. Durlauf (Éd.), *Handbook of Economic Growth: Vol. Volume 2* (p. 515-563). Elsevier.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978044453540500001X>

Altenburg, T., Schmitz, H., & Stamm, A. (2008). Breakthrough? China's and India's Transition from Production to Innovation. *World Development*, 36(2), 325-344.

<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.06.011>

Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American economic review*, 86(3), 630-640.

Barrios, C., Flores, E., & Martínez, M. Á. (2019). Club convergence in innovation activity across European regions. *Papers in Regional Science*, 98(4), 1545-1565.

Barro, R. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. *Journal of Political Economy*, 98, 103-125.

Blanco, H., Alberti, M., Olshansky, R., Chang, S., Wheeler, S. M., Randolph, J., London, J. B., Hollander, J. B., Pallagst, K. M., Schwarz, T., Popper, F. J., Parnell, S., Pieterse, E., & Watson, V. (2009). Shaken, shrinking, hot, impoverished and informal : Emerging research agendas in planning. *Progress in Planning*, 72(4), 195-250.

<https://doi.org/10.1016/j.progress.2009.09.001>

Camagni, R., & Capello, R. (2013). Regional Competitiveness and Territorial Capital : A Conceptual Approach and Empirical Evidence from the European Union. *Regional Studies*, 47(9), 1383-1402.

<https://doi.org/10.1080/00343404.2012.681640>

Capello, R., & Lenzi, C. (2013). Innovation and Employment Dynamics in European Regions. *International Regional Science Review*, 36(3), 322-353.

Caragliu, A., & Nijkamp, P. (2012). The impact of regional absorptive capacity on spatial knowledge spillovers : The Cohen and Levinthal model revisited. *Applied Economics*, 44(11), 1363-1374.

Chapman, S., & Meliciani, V. (2017). Behind the Pan-European Convergence Path : The Role of Innovation, Specialisation and Socio-economic Factors. *Growth and Change*, 48(1), 61-90.
<https://doi.org/10.1111/grow.12148>

Crescenzi, R., Rodriguez-Pose, A., & Storper, M. (2007). The territorial dynamics of innovation : A Europe–United States comparative analysis. *Journal of Economic Geography*, 7(6), 673-709.

Dinopoulos, E., & Thompson, P. (1999). Scale effects in Schumpeterian models of economic growth. *Journal of Evolutionary Economics*, 9(2), 157-185.

Fagerberg, J., & Verspagen, B. (1996). Heading for Divergence? Regional Growth in Europe Reconsidered*. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 34(3), 431-448. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5965.1996.tb00580.x>

Foddi, M., & Usai, S. (2013). Regional Knowledge Performance in Europe. *Growth and Change*, 44(2), 258-286.

Freeman, C., & Soete, L. (2007). Developing science, technology and innovation indicators : What we can learn from the past. *Working Paper Series, UNU-MERIT and Maastricht University*, 001.

Jones, C. I. (1995). R & D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 103(4), 759-784.

Kalapouti, K., & Varsakelis, N. C. (2015). Intra and inter : Regional knowledge spillovers in European Union. *The Journal of Technology Transfer*, 40(5), 760-781.

Kortum, S. S. (1997). Research, Patenting, and Technological Change. *Econometrica*, 65(6), 1389-1419. <https://doi.org/10.2307/2171741>

Lucas, R. E. B. (1997). Chapter 13 Internal migration in developing countries. In Mark R. Rosenzweig and Oded Stark (Éd.), *Handbook of Population and Family Economics: Vol. Volume 1, Part B* (p. 721-798).

Elsevier.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574003X97800050>

Marrocu, E., & Paci, R. (2012). Education or Creativity : What Matters Most for Economic Performance? *Economic Geography*, 88(4), 369-401.

Marrocu, E., Paci, R., & Usai, S. (2013). Proximity, networking and knowledge production in Europe : What lessons for innovation policy? *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1484-1498.

Ó hUallacháin, B., & Leslie, T. F. (2007). Rethinking the regional knowledge production function. *Journal of Economic Geography*, 7(6), 737-752.

Paci, R., & Marrocu, E. (2013). Knowledge assets and regional performance. *Growth and Change*, 44(2), 228-257.

Peretto, P. F. (1998). Technological Change and Population Growth. *Journal of Economic Growth*, 3(4), 283-311.
<https://doi.org/10.1023/A:1009799405456>

Phillips, P. C. B., & Sul, D. (2007). Transition Modeling and Econometric Convergence Tests. *Econometrica*, 75(6), 1771-1855.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2007.00811.x>

Ponds, R., Oort, F. van, & Frenken, K. (2009). Innovation, spillovers and university–industry collaboration : An extended knowledge production function approach. *Journal of Economic Geography*, 10(2), 231-255.

Rodriguez-Pose, A., & Crescenzi, R. (2008). Mountains in a flat world : Why proximity still matters for the location of economic activity. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 1(3), 371-388.
<https://doi.org/10.1093/cjres/rsn011>

Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102.

Segerstrom, P. S. (1998). Endogenous Growth without Scale Effects. *The American Economic Review*, 88(5), 1290-1310.

Stöllinger, R. (2013). International spillovers in a world of technology clubs. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 19-35.

<https://doi.org/10.1016/j.strueco.2013.06.004>

Tijssen, R., & Hollanders, H. J. G. M. (2006). *Using Science and Technology Indicators to support knowledge-based economies*.

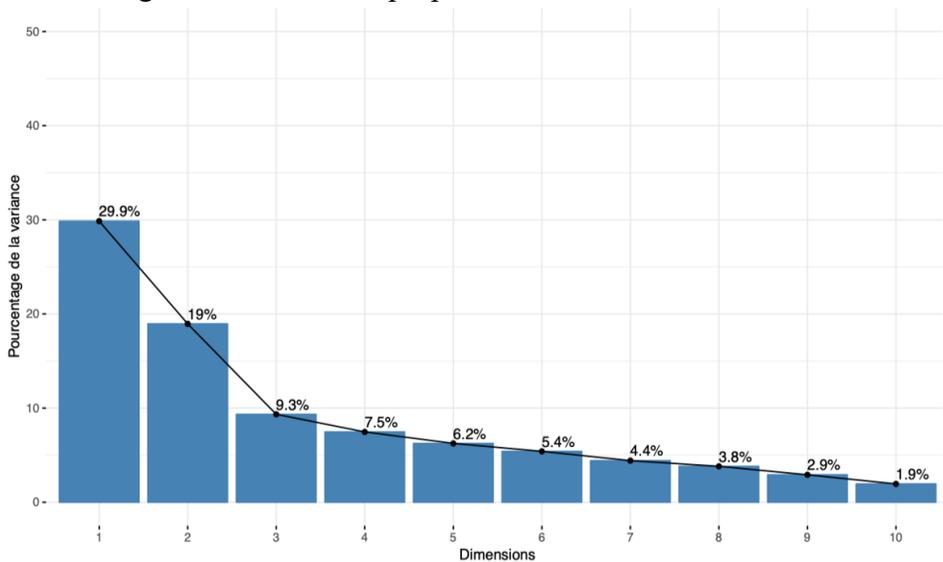
[https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/en/publications/using-science-and-technology-indicators-to-support-knowledgebased-economies\(e4d1857d-e959-4931-9ce3-ce641141b916\).html](https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/en/publications/using-science-and-technology-indicators-to-support-knowledgebased-economies(e4d1857d-e959-4931-9ce3-ce641141b916).html)

Usai, S. (2011). The geography of inventive activity in OECD regions. *Regional Studies*, 45(6), 711-731.

Wang, Y., Zhang, P., Huang, D., & Cai, C. (2014). Convergence behavior of carbon dioxide emissions in China. *Economic Modelling*, 43, 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.07.040>

Annexe

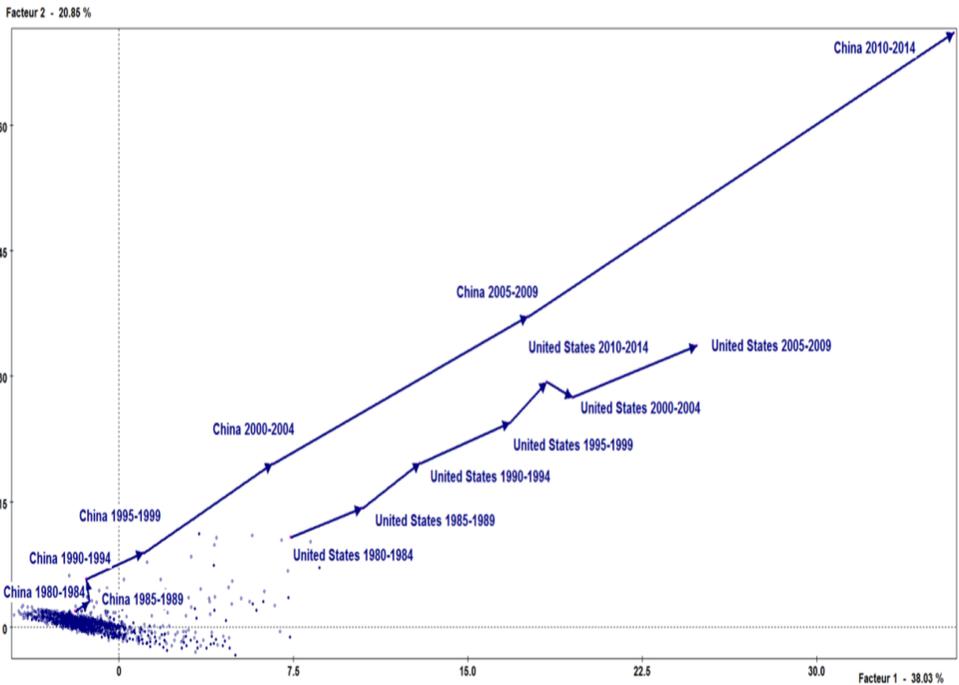
A1 : Histogramme de valeurs propres



A2 : Coordonnées et corrélation des variables actives avec l'indice composite (premier axe)

Libellé de la variable	Coordonnées des variables actives	Corrélations des variables actives avec les facteurs
Les chercheurs en R & D (par million de personnes)	0,76	0,76
Techniciens en R & D (par million de personnes)	0,63	0,63
Enseignement scolaire, primaire (% brut)	-0,15	-0,15
Inscriptions scolaires, secondaires (% brut)	0,71	0,71
Inscription scolaire, tertiaire (% brut)	0,75	0,75
Utilisateurs d'Internet (pour 100 personnes)	0,83	0,83
Abonnés Internet à large bande fixés (pour 100 personnes)	0,82	0,82
Abonnements cellulaires mobiles (pour 100 personnes)	0,51	0,51
Commerce (% du PIB)	0,22	0,22
Articles de revues scientifiques et techniques	0,73	0,73
Demandes de brevet, non résidents	0,62	0,62
Demandes de brevet, résidents	0,47	0,47
Demandes de marques de commerce, non-résident direct	0,61	0,61
Demandes de marques de commerce, résident direct	0,56	0,56
Applications de marques de commerce, total	0,61	0,61
Investissements directs étrangers, entrées nettes (bop usd curent)	0,53	0,53
Dépenses de recherche et de développement (% du PIB)	0,76	0,76
Investissements directs étrangers, entrées nettes (% du PIB)	0,1	0,1

A3 : Trajectoire des États unis et de la Chine

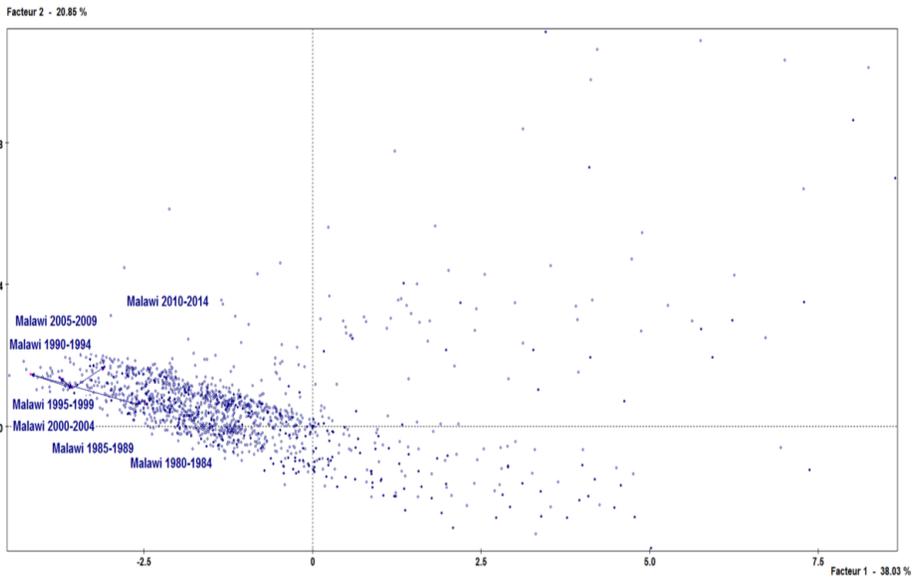


Valeur des indicateurs utilisés dans la construction de l'indice composite (2010-2014), indice normalisé et rang des pays dans la région Europe

Suite des indicateurs à la page suivante...

Pays	Chercheurs en recherche et développement (par million de personnes)	Techniciens en recherche et développement (par million de personnes)	Inscription scolaire, primaire (% brut)	Inscription scolaire, secondaire (% brut)	Inscription scolaire, tertiaire (% brut)	Utilisateurs Internet (pour 100 personnes)	Abonnés à haut débit fixes (pour 100 personnes)	Abonnements cellulaires (pour 100 personnes)	Commerce (% de PIB)	Articles de revues scientifiques et techniques	Demandes de brevets, résidents
Allemagne	4058,06	1323,32	1007,76	101,41	59,98	83,2	33,71	113,82	84,06	45798,3	13797,5
Pays-bas	3415,01	1078,78	1007,4	120,72	57,74	86,34	37,69	146,99	93,54	175,3	193,4
France	3182,22	1012,22	1007,4	107,04	57,74	86,34	37,69	146,99	93,54	3159,4	3014,5
Royaume-Uni	4001,56	1097,68	1072,82	107,04	60,83	87,86	34,45	124,94	61,26	46006,7	7296,5
Luxembourg	5732,64	3345,24	96,77	18,97	18,97	92,21	32,93	146,73	347,3	176,75	43
Suisse	4481,07	2843,64	1027,3	96,1	54,79	85,53	40,96	131,98	124,19	9822,7	779,5
Danemark	6760,04	2142,59	1007,6	124,61	78,1	92,28	39,43	125,54	100,23	190,25	585,5
Fédération Russe	3098,19	481,06	1001,9	94,79	76,34	58,86	14,38	152,17	51,38	13825,7	15089
Finlande	7540,9	0	99,75	116,48	93,81	90,66	30,66	154,15	77,67	4073,05	124
Suède	2005,41	0	105,8	105,35	70,87	92,65	32,62	123,26	86,3	9435,7	250,25
Irlande	7012,22	89,5	110	110	80,26	79,83	25,07	108,27	102,43	205,9	19
Autriche	2805,57	1038,88	1007,6	107,04	57,74	86,34	37,69	146,99	93,54	46006,7	7296,5
Belgique	3864,98	1347,49	1038,88	121,1	69,93	80,9	33,38	112,22	161,3	7016,65	138,75
Australie	4426,14	0	100,66	98,3	73,18	79,11	25,65	153,76	102,93	5012,65	263,75
Norvège	5501,27	0	99,32	112,62	74,46	94,58	37,43	115,83	68,31	461,9	638,25
Slovenie	4134,21	2238,68	98,59	100,87	86	69,99	24,68	107,83	139,38	1195,35	11
Italie	1759,13	821,85	1000,2	100,04	63,53	56,86	22,37	157,13	54,96	26425,5	887,25
Espagne	3346,94	775,49	104,95	119,35	71,77	75,92	24,68	106,13	182,4	3121,1	61,5
Republique tchèque	2924,14	1616,32	101,9	97,61	63,76	73,31	24,87	126,25	145,15	414,5	114,5
Estonie	3388,31	701,4	98,09	107,57	75,26	78,53	27,25	150,39	165,46	520,35	12,5
Turquie	939,46	158,33	103,43	90,19	66,33	45,06	10,88	90,85	56	819,22	22,65
Portugal	4624,18	358,54	1081,4	114,17	67,51	59,12	22,93	113,78	74,75	4396,3	42,25
Lituanie	2736,19	599,78	99,41	106,82	75,32	66,71	26,12	157,01	406,85	406,85	14
Grèce	2193,77	569,87	102,4	109,07	112,9	54,84	24,23	114,32	155,64	458,265	20,75
Pologne	1706,98	355,88	99,97	100,25	72,94	63,21	20,14	140,26	87,85	7360,7	22,3
Hongrie	2274,41	649,21	100,87	106,52	59,05	70,47	24,43	117,49	166,67	2255,15	53,75
Ukraine	1286,73	272,47	104,84	96,48	78,65	77,2	102,42	130,19	102,42	1704,5	259,9
Malte	1681,44	948,18	95,28	90,83	36,1	66,28	32,02	122,16	177,73	39,6	5,75
Republique slovaque	2465,21	372,94	101,93	93,13	54,94	76,94	19,01	112,36	173,38	1074,85	35,5
Republique slovaque	2465,21	372,94	101,93	93,13	54,94	76,94	19,01	112,36	173,38	1074,85	35,5
Lettonie	1887,35	416,35	103,78	100,45	67,33	72,47	22,95	119,66	118,97	168,7	9,25
Croatie	1591,28	611,62	94,53	98,26	58,76	62,32	21,32	112,36	82,93	1287,55	24,25
Bulgarie	1553,61	473,12	100,73	93,88	61,7	50,93	18,22	142,38	129,06	662,65	16,75
Serbie	1198,44	237,39	96,16	92,25	52,05	47,24	13,99	122,97	89,29	1217,2	35
Monténégro	762,92	12,95	104,2	93,51	33,53	33,53	13,56	171,59	104,36	26,85	86,67
Arménie	823,41	0	95,76	97,09	16,64	33,08	13,21	107,46	75,99	16,64	14,5
Azerbaïdjan	0	0	95,76	99,53	19,78	53,98	13,21	107,46	75,99	146,7	14,5
Armenie	0	0	102,08	93,81	48,44	36,54	13,21	115,81	184	184	8,75
Arménie	0	0	102,08	93,81	48,44	36,54	6,6	115,81	73,73	184	8,75
Moldavie	621,81	77,11	89,67	82,37	37,77	59,87	14,56	105,82	108,39	68,35	2,75
Moldavie	769,59	73,47	89,67	82,37	37,77	59,87	14,56	105,82	108,39	68,35	2,75
Moldavie	769,59	73,47	89,67	82,37	37,77	59,87	14,56	105,82	108,39	68,35	2,75
Georgie	106,37	0	106,37	88,06	88,06	41,05	11,54	95,64	124,19	70,55	18,25
Georgie	106,37	0	106,37	88,06	88,06	41,05	11,54	95,64	124,19	70,55	18,25
Georgie	106,37	0	106,37	88,06	88,06	41,05	11,54	95,64	124,19	70,55	18,25

A5 : Trajectoire des économies dont le niveau de ressources affectées à la production de la connaissance est instable



A6: Les économies du club 6

Afghanistan, Albania, Algeria, American Samoa, Andorra, Angola, Antigua and Barbuda, Argentina, Armenia, Aruba, Azerbaijan, Bahamas, The, Bahrain, Bangladesh, Barbados, Belgium, Belize, Benin, Bermuda, Bhutan, Bolivia, Bosnia and Herzegovina, Botswana, British Virgin Islands, Brunei Darussalam, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Cambodia, Cameroon, Caribbean small states, Cayman Islands, Central African Republic, Chad, Channel Islands, Chile, Colombia, Comoros, Congo, Dem. Rep., Congo, Rep., Costa Rica, Cote d'Ivoire, Croatia, Cuba, Curacao, Cyprus, Djibouti, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Equatorial Guinea, Eritrea, Estonia, Eswatini, Ethiopia, Faroe Islands, Fiji, Fragile and conflict affected situations, French Polynesia, Gabon, Gambia, The, Georgia, Ghana, Gibraltar, Greece, Greenland, Grenada, Guam, Guatemala, Guinea, Guinea-Bissau, Guyana, Haiti, Honduras, Hong Kong SAR, China, Hungary, Iceland, Iraq, Ireland, Isle of Man, Jamaica, Jordan, Kenya, Kiribati, Kosovo, Kuwait, Kyrgyz Republic, Lao PDR, Latvia, Lebanon, Lesotho, Liberia, Libya, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Macao SAR, China, Madagascar, Malawi, Maldives, Mali, Malta, Marshall Islands, Mauritania, Mauritius, Micronesia, Fed. Sts., Moldova, Monaco, Mongolia, Montenegro, Morocco, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nauru, Nepal, New Caledonia, Nicaragua, Niger, Nigeria, North Macedonia, Northern Mariana Islands, Oman, Other small states, Pakistan, Palau, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Puerto

Rico, Qatar, Romania, Rwanda, Samoa, San Marino, Sao Tome and Principe, Senegal, Serbia, Seychelles, Sierra Leone, Sint Maarten (Dutch part), Slovak Republic, Slovenia, Small states, Solomon Islands, Somalia, South Africa, South Sudan, Sri Lanka, St. Kitts and Nevis, St. Lucia, St. Martin (French part), St. Vincent and the Grenadines, Sudan, Suriname, Syrian Arab Republic, Tajikistan, Tanzania, Timor-Leste, Togo, Tonga, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkmenistan, Turks and Caicos Islands, Tuvalu, Uganda, United Arab Emirates, Uruguay, Uzbekistan, Vanuatu, Venezuela, RB, Virgin Islands (U.S.), Yemen, Rep., Zambia, Zimbabwe,