



**HAL**  
open science

**Economie de l'innovation, dépenses publiques productives et croissance économique : une étude empirique pour l'évaluation du rôle des infrastructures technologiques dans les pays de l'OCDE**

Sara Paulina de Oliveira Monteiro

► **To cite this version:**

Sara Paulina de Oliveira Monteiro. Economie de l'innovation, dépenses publiques productives et croissance économique : une étude empirique pour l'évaluation du rôle des infrastructures technologiques dans les pays de l'OCDE. Economies et finances. Université Nice Sophia Antipolis, 2013. Français. NNT : 2013NICE0025 . tel-00966682

**HAL Id: tel-00966682**

**<https://theses.hal.science/tel-00966682>**

Submitted on 27 Mar 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Nice Sophia-Antipolis et CNRS  
GREDEG CNRS/UNSA  
Groupe de Recherche en Droit, Économie et Gestion



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr).  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

**Université de Nice Sophia-Antipolis**  
**Institut Supérieur d'Économie et de Management (ISEM)**

**GREDEG CNRS/UNSA**  
Groupe de Recherche en Droit, Économie et Gestion

THÈSE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN SCIENCES  
ÉCONOMIQUES

**ÉCONOMIE DE L'INNOVATION, DEPENSES PUBLIQUES PRODUCTIVES  
ET CROISSANCE ECONOMIQUE : UNE ETUDE EMPIRIQUE POUR  
L'EVALUATION DU ROLE DES INFRASTRUCTURES TECHNOLOGIQUES  
DANS LES PAYS DE L'OCDE**

Présentée et soutenue par  
**Sara Paulina De OLIVEIRA MONTEIRO**

**JURY**

**Madame la Professeur Maria Adelaide DUARTE**  
Université de Coimbra au Portugal, **Rapporteur**  
**Madame la Professeur Sandye GLORIA-PALERMO**  
Université de Nice Sophia-Antipolis, **Directrice de Thèse**  
**Madame la Professeur Nathalie LAZARIC**  
Directeur de Recherches CNRS- GREDEG, **Suffragant**  
**Monsieur le Professeur Christian LE BAS**  
Université Catholique de Lyon, **Suffragant**  
**Monsieur le Professeur Edward LORENZ**  
Université de Nice Sophia-Antipolis, **Suffragant**  
**Monsieur le Professeur Dimitri UZUNIDIS**  
Université du Littoral Côte d'Opale, **Rapporteur**

**6 Décembre 2013**



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

L'Université de Nice-Sophia Antipolis n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Thèse de doctorat au sein de l'Ecole doctorale « Interactions Nationales, Européennes et Internationales » sous la direction de Madame le Professeur Sandye GLORIA-PALERMO



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

« *One of the peculiar features of research policy in all OECD countries is that governments have not felt the need of analysis in the infrastructural area—major decisions about the organization of the infrastructures have been taken without any real work on the economic implications, even where it is plain that potentially large economic effects might be involved.*» (Smith (1997), p. 102).

« *The **Economic Infrastructure** consists of large-scale indivisible capital goods producing products or services that enter on a multi-user basis as inputs into most or all economic activities. The **Knowledge Infrastructures** are a complex of public and private institutions and organizations whose role is production, maintenance, distribution, management, and protection of knowledge. They are of the greatest economic significance because industrial production is based on knowledge. [...] **Technology Infrastructure** includes generic technologies, infratechnologies, technical information, and research and test facilities, as well as less technically-explicit areas including information relevant for strategic planning and market development, forums for joint industry-government planning and collaboration, and assignment of intellectual property rights.* » (Tassey (1991), p. 347).



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

## REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont en premier lieu à ma Directrice de recherche, Madame le Professeur Sandye GLORIA-PALERMO, qui a accepté de diriger mes recherches au cours de ces dernières années.

Je remercie également les Professeurs : Madame Maria João Ribeiro THOMPSON (Université de Minho), Monsieur Óscar AFONSO (Université de Porto) et Madame Adelaide DUARTE (Université de Coimbra) pour avoir co-dirigé mes recherches au Portugal.

À tous, je tiens à les remercier pour leur disponibilité, leurs conseils judicieux et leurs encouragements pendant mes périodes de doute mais aussi, plus particulièrement, pour leur confiance en mon travail. Sans eux, cette thèse n'aurait pas pu être menée à son terme.

Mes remerciements vont également à Monsieur le Professeur Claude BERTHOMIEU, ancien Directeur du laboratoire du CEMAFI (Centre d'Etudes en Macroéconomie et Finance Internationale), pour son amitié, ses conseils et sa disponibilité. J'ai aussi une pensée spéciale pour Monsieur le Professeur Jean-Loup HAY de l'Université de Nice et pour Monsieur le Professeur João SOUSA ANDRADE de l'Université de Coimbra.

Je remercie Madame Sandra INÁCIO REIS pour le temps qu'elle a consacré à faire une lecture critique de ma thèse et à Monsieur Jean-Charles BRIQUET-LAUGIER pour le soutien administratif.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance aux Professeurs et Maîtres de conférences qui ont accepté d'être membres du jury et de rapporter ce travail.

J'exprime ma sincère sympathie à tous ceux que j'ai eu l'occasion de côtoyer pendant mon cursus académique et mon intense parcours professionnel et qui m'ont aidée, à



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

travers des discussions et des projets divers, à avancer et aussi à méditer autour de ce sujet.

Enfin, un remerciement tout particulier à ma famille (qui s'est agrandie pendant cette période de doctorat avec la naissance de mon fils, Bernardo Lucas, qui m'accompagnée dans la rédaction des dernières lignes de ce mémoire) pour sa présence, son soutien et ses encouragements tout au long de ce travail de recherche.

J'adresse un mot spécial à mon mari, à ma mère et à mon père, pour les remercier de leur amour et leur présence. J'ai une profonde pensée pour ma grand-mère, Maria Augusta, qui nous a quitté avant la fin de cette grande aventure, elle reste toujours présente dans mon cœur et a su m'inspirer avec sa force, sa persistance et son intelligence.

*«Espero sempre por ti o dia inteiro,  
Quando na praia sobe, de cinza e oiro,  
O nevoeiro  
E há em todas as coisas o agoiro  
De uma fantástica vinda.»*

Sophia de Mello Breyner *in Mar Novo*, 1958



## TABLE DES MATIERES

<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>v</b>
<b>TABLE DES GRAPHIQUES</b>	<b>x</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b>	<b>xi</b>
<b>RESUME</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 CROISSANCE ÉCONOMIQUE ENDOGENE : R&amp;D, DEPENSES PUBLIQUES PRODUCTIVES, INFRASTRUCTURES TECHNOLOGIQUES ET SNI</b>	<b>11</b>
<b>Introduction</b>	<b>12</b>
<b>1.1. R&amp;D, Dépenses Productives et Croissance Économique</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Les Infrastructures Technologiques et la Croissance Economique</b>	<b>17</b>
1.2.1. Les Institutions et la Croissance Économique	21
<b>1.3. Les SNI et la Croissance Economique</b>	<b>23</b>
1.3.1 CLIQ- Creating Local Innovation Through Quadruple Helix	27
<b>CHAPITRE 2 CONSTRUCTION D'UN MODELE THEORIQUE DE CROISSANCE ÉCONOMIQUE AVEC DES DEPENSES PUBLIQUES PRODUCTIVES POUR LA THEORIE « QUADRUPLE HELIX »</b>	<b>30</b>
<b>Introduction</b>	<b>31</b>
<b>2.1. La Théorie « Quadruple Helix »</b>	<b>31</b>
<b>2.2. Spécifications et Résultats du Modèle</b>	<b>34</b>
2.2.1. Côté Production – Courbe de la Technologie	36
2.2.1.1. Dépenses du Gouvernement (Publiques)	36
2.2.1.2. Les Unités Intermédiaires de Production (UIPs)	37
2.2.1.3. Bien Final	37
2.2.1.4. L'Innovation	38
2.2.1.5. L'Investissement Onéreux	39
2.2.2. Côté Consommation – L'EQUATION D'EULER	43
2.2.3. L'Équilibre Général	44
2.2.3.1. La solution analytique	44
2.2.3.2. Des Solutions Numériques	46
2.2.3.3. Les Autres Résultats	48
<b>2.3. Remarques Finales</b>	<b>49</b>
<b>Appendice</b>	<b>51</b>
<b>CHAPITRE 3 SYSTEMES D'INNOVATION, DEPENSES PRODUCTIVES DE L'ÉTAT ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE</b>	<b>52</b>
<b>Introduction</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Le modèle QH, les dépenses publiques et la croissance économique</b>	<b>53</b>



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

<b>3.2. Présentation du Modèle</b>	<b>58</b>
3.2.1. Côté Production – L'Equation de la Technologie	58
3.2.1.1. Dépenses du Gouvernement	59
3.2.1.2. Unités de Production Intermédiaires (UPIs)	59
3.2.1.3. Output Agrégé – Bien Final	59
3.2.1.4. L'INNOVATION	60
3.2.1.5. Investissement Total	61
3.2.1.6. L'Équation de la Technologie	61
<b>3.3. Côté Demande - L'Équation D'EULER</b>	<b>64</b>
<b>3.4. L'Équilibre Général</b>	<b>65</b>
3.4.1. L'Equilibre d'Etat Stationnaire	66
<b>3.5. Dynamique de Transition</b>	<b>68</b>
<b>3.6. Les Effets de Politique Économique</b>	<b>69</b>
<b>3.7. Remarques Finales</b>	<b>72</b>
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>73</b>
<i>ETUDE EMPIRIQUE – LE MODELE D' INNOVATION QH ET LE ROLE DES INFRASTRUCTURES TECHNOLOGIQUES DANS LES SNI DES PAYS DE L' OCDE</i>	<b>73</b>
Introduction	74
4.1. Remarque Préalable sur la voie Méthodologique choisie	74
4.2. Cadre Empirique	76
4.2.1. Base de Données	80
4.2.1.1. CANA et la Méthode Imputation Multiple	82
4.3. Étude Empirique	90
4.4. Résultats	95
4.5. Remarques Finales	97
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>100</b>
<i>POLITIQUES PUBLIQUES, METHODOLOGIE DE L'ECONOMIE ET CONCLUSIONS</i>	<b>100</b>
Introduction	101
5.1. Les Politiques Publiques au sein des SNI	101
5.2. Un niveau de coordination entre les Politiques Publiques : est-il nécessaire ?	106
5.3. Synthèse des Résultats	108
5.4 Méthodologie de l'Economie et un agenda de recherche pour l'avenir	110
<b>ANNEXES</b>	<b>114</b>
Annexe – chapitre 3	115



<b>Annexe – chapitre 4</b>	<b>117</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>144</b>



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

## TABLE DES GRAPHIQUES

<b>Graphique 1. General Equilibrium Solution (BGP)</b> _____	<b>48</b>
<b>Graphique 2. Statique comparée</b> _____	<b>49</b>
<b>Graphique 3. General government final consumption expenditure (% of GDP)</b> _	<b>56</b>
<b>Graphique 4. BGP : General Equilibrium Solution</b> _____	<b>68</b>
<b>Graphiques 5. Transitional dynamics</b> _____	<b>71</b>
<b>Graphique 6. Transitional dynamics of variable YW</b> _____	<b>116</b>
<b>Graphique 7. Transitional dynamics of variable CW</b> _____	<b>116</b>



## TABLE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1. Solutions de l'équilibre général</i>	47
<i>Tableau 2. Initial and steady state values for relevant variables</i>	70
<i>Tableau 3. Définition des variables choisies (Source : CANA 2011)</i>	90
<i>Tableau 4. Résumé statique des variables choisies dans la source CANA 2011</i>	93
<i>Tableau 5. Analyse des tests de racine unitaire HARDI et CADF</i>	95
<i>Tableau 6. Résultats de l'estimation de l'équation de croissance pour les 28 pays de l'OCDE (période 1980-2008)</i>	98



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

## RESUME

Notre étude a pour objet de déterminer l'impact engendré par les infrastructures technologiques sur l'innovation et la croissance économique dans les pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE). Nous allons nous inspirer de la théorie « *Quadruple Helix of Innovation* » (QH)<sup>1</sup> pour construire un modèle théorique de croissance économique afin d'évaluer le rôle joué par un ensemble d'infrastructures technologiques telles que les parcs technologiques, les incubateurs, les centres de transfert de technologie, et d'autres institutions appartenant aux différents « écosystèmes d'innovation », en présence des systèmes ouverts d'innovation et du « Mode 3 » de production des connaissances<sup>2</sup>.

Nous avons choisi la récente théorie QH au sein des Systèmes Nationaux d'Innovation (SNI) car elle décrit une nouvelle réalité économique où l'innovation est considérée comme le résultat de la co-crédation entre les entreprises, les citoyens, les universités et le gouvernement, dans un contexte caractérisé par l'existence de partenariats, de réseaux de collaboration et de relations symbiotiques. Il s'agit du développement de la théorie « *Triple Helix* » (TH) de l'innovation selon laquelle l'interaction entre les universités, le gouvernement et l'industrie est à l'origine de nouvelles connaissances, technologies ou produits et services qui sont mises au service

---

<sup>1</sup> Cf. Etzkowitz et Leydesdorff (2000), Etzkowitz et Klofsten (2005) et les développements au chapitre 1 et chapitre 2.

<sup>2</sup> Gibbons et al. (1974) ont classifié les formes traditionnelles de production de connaissances comme « Mode 1 » où les connaissances étaient uniquement produites au sein de l'académie. Pour décrire une forme plus interactive de production des connaissances qui s'est développée depuis les dernières décennies et où les nouvelles connaissances sont produites par l'interaction entre les chercheurs de l'académie et les autres acteurs externes avec une recherche davantage orientée aux besoins de ces acteurs externes, le concept « Mode 3 » a été développé. Ainsi, ce concept est apparu pour illustrer la gouvernance multi-niveau qui caractérise les nouvelles politiques d'innovation régionale parmi les états membres de l'Europe. Ce type de gouvernance inclue plusieurs acteurs, niveaux et activités et tous doivent être coordonnés pour promouvoir l'innovation et la croissance. C'est ce « Mode 3 » qui fait le pont entre les théories des systèmes et la connaissance. Le « Mode 2 » succède au « Mode 1 » : le contexte d'application des connaissances (transdisciplinaires) supplante les seuls intérêts académiques (disciplinaires), l'organisation des lieux et de l'activité devient moins hiérarchique et institutionnalisée, le travail d'évaluation s'effectuant selon des modalités toujours plus variées. Enfin, l'autonomie traditionnelle de la science céderait la place à une exigence de responsabilité sociale accrue.



de la satisfaction des besoins de la société (cf. Etzkowitz et Leydesdorff (2000), Etzkowitz et Klofsten (2005)), en ajoutant à la théorie TH, une quatrième hélice dans le système d'innovation : la société civile. Ainsi, nous aboutissons à la théorie QH (cf. Liljemark (2004) puis Khan et al.(2005)).

Selon la théorie QH, la structure économique d'un pays repose sur quatre hélices – d'un côté, l'académie et les infrastructures technologiques, de l'autre, les entreprises, le gouvernement, et pour finir la société civile - la croissance économique est gérée par la création d'unités productives différenciées qui interagissent les unes avec les autres et se complètent mutuellement en produisant des innovations permanentes (cf. Carayannis et Campbell (2006, 2009a, 2009b), Arnkil et al. (2010), MacGregor et al. (2010)).

Après une analyse macroéconomique fondée sur les modèles de croissance endogène, qui évaluent la contribution de la Recherche et Développement (R&D) au changement technologique et son impact sur la croissance économique et, suite à une étude des modèles existants sur l'impact des infrastructures technologiques sur la croissance économique, un modèle théorique de croissance économique axé sur la R&D et avec des dépenses publiques productives sera élaboré afin de démontrer l'importance de l'existence des infrastructures technologiques dans la promotion de l'innovation et finalement, leur contribution à la croissance économique. Ainsi, il sera possible d'apprécier les effets des dépenses publiques productives à travers une étude de « dynamique transitoire » et une analyse empirique fondée sur la nouvelle base de données CANA (2011).

Notre stratégie de recherche présente deux axes principaux :

a) le modèle théorique de croissance économique que nous avons construit, basé sur la Recherche et Développement (R&D) avec des dépenses publiques productives, pour illustrer la théorie (QH) fondée sur le concept de l'interaction des quatre hélices : l'académie et l'infrastructure technologique, l'entreprise et l'industrie, le gouvernement et la société civile. L'objectif est de comprendre la véritable interaction parmi ces quatre hélices et par conséquent parmi ces acteurs de l'innovation, notamment le rôle des



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

infrastructures technologiques sur la croissance et d'apprécier les effets des dépenses publiques productives à travers d'une étude de « dynamique transitoire » ;

b) nous avons construit un modèle empirique pour tester le modèle théorique sur un échantillon de 28 pays de l'OCDE pour la période 1980-2008 en utilisant la base de données CANA (2011). Plus précisément, nous avons estimé la fonction de production du modèle à travers l'estimateur DOLS (dynamique OLS) sur des données du panel, à l'aide du logiciel STATA 11. Ainsi, il a été question de mettre à l'épreuve les principales prévisions théoriques du modèle, notamment le rôle joué par les infrastructures technologiques dans les SNI sur l'échantillon choisi.

Nous nous proposons d'étudier les mécanismes macroéconomiques de transmission de l'investissement dans la R&D en termes de croissance économique et de gains de productivité dans un secteur de haute technologie sans oublier le rôle de l'État, des politiques économiques, et du secteur privé<sup>3</sup>. En effet, les performances des régimes nationaux d'innovation technologique sont tributaires des orientations des politiques publiques et, en même temps, de la capacité organisationnelle des acteurs de l'innovation technologique. C'est pourquoi, il est nécessaire de dédier un chapitre aux politiques publiques en s'interrogeant sur quel doit être le niveau optimal de coordination entre les différentes politiques et notamment sur le « smart policy mix ».<sup>4</sup> Enfin, nous examinerons le débat actuel sur le rôle de l'État autour de la théorie macroéconomique moderne. De ce fait, il s'agit d'une préoccupation actuelle en raison de la crise financière qui a commencé l'été 2007 et qui a bouleversé la pensée du rôle de l'État dans l'économie, particulièrement en contrariant l'optimisme des politiques libérales et en renforçant la participation de la société civile dans la croissance économique. Cela demeure perceptible dans la récente orientation de la commission

---

<sup>3</sup> Nous serons concernés par les domaines de la biotechnologie-nanotechnologie-technologies d'information et de la communication (Bio-Nano-TIC).

<sup>4</sup> cf. l'OCDE-GOV : « *Survey on the Multi-Level Governance of Science, Technology and Innovation Policy* ».



européenne, sous la direction du Président Monsieur Durão Barroso qui, au mois de Mars 2010, a écrit : « [...] *the condition for success is a real ownership by European leaders and Institutions. Our new agenda requires a coordinated European response, including with social partners and **civil society**. If we act together, then we can fight back and come out of the crisis stronger. We have the new tools and the new ambition. Now we need to make it happen. [...] Europe 2020 puts forward three priorities: **smart growth** (developing an economy based on knowledge and innovation); **sustainable growth** (promote a more resource efficient, greener and more competitive economy); **inclusive growth** (fostering a high-employment economy delivering social and territorial cohesion) [...] ».*

Les trois principaux chapitres de cette thèse nous conduisent aux conclusions suivantes :

1- Notre modèle théorique présenté au chapitre 2 permet d'aboutir à deux prédictions : (i) l'augmentation des complémentarités parmi les différentes unités productives et (ii) l'augmentation des dépenses productives des gouvernements induisent une croissance économique plus élevée et durable.

2- Dans le modèle exposé au chapitre 3, nous avons également analysé théoriquement en détail des questions relatives aux dépenses publiques productives et à l'importance des complémentarités entre les différentes unités de production dans les économies d'innovation et au sein de la croissance économique. En outre, nous avons examiné la pertinence de considérer la nature et le coût des investissements productifs et l'importance des politiques publiques visant à atteindre une croissance économique plus élevée. Dans le modèle d'innovation QH proposé, le gouvernement fournit un bien public pur sous la forme de dépenses productives dans l'éducation, la santé, les infrastructures technologiques, les services technologiques et de l'innovation puis la régulation, permettant d'augmenter la productivité de tous les inputs. Le modèle illustre de façon analytique que l'augmentation des dépenses publiques productives accroît le



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

taux de croissance économique des économies QH. Afin d'étudier comment l'économie converge vers l'équilibre ou vers l'état stationnaire, nous avons fait de l'analyse de « dynamique de transition » en employant l'intégration numérique. La principale conclusion de cette étude est qu'une augmentation de la proportion de l'output dépensé au sein des dépenses publiques a un effet positif sur la croissance économique à court terme (effet de premier niveau), à moyen terme (dynamique de la transition) et à long terme (état d'équilibre).

3- Trois conclusions principales peuvent être extraites à partir des résultats du modèle empirique obtenus au chapitre 4 :

i) les quatre piliers ou hélices - les entreprises et l'industrie, l'académie et les infrastructures technologiques, le gouvernement et les consommateurs – soutiennent l'économie. Nous avons démontré le rôle équivalent, complémentaire et également important des quatre hélices où l'innovation est le moteur de la croissance et est performée par toute la société dans une structure d'un seul secteur productif.

ii) nous avons également mis en évidence le fait que les dépenses publiques ont un rôle économique important puisqu'une augmentation dans les dépenses du gouvernement entraîne la croissance économique ;

iii) nous avons confirmé le rôle positif des infrastructures technologiques dans les changements « technologiques » des pays de l'OCDE permettant ainsi l'amélioration de la qualification des travailleurs, l'attraction des travailleurs qualifiés, mais aussi l'innovation et par conséquent la croissance économique. En outre, nous avons exploité l'importance des relations d'interaction et de complémentarité entre les infrastructures technologiques et les autres acteurs de l'innovation du QH à savoir : l'État, les entreprises et l'industrie, l'académie et la société civile, sur l'innovation et la croissance économique.

Dans cette thèse de doctorat, nous avons souhaité présenter en un seul débat les différentes visions résultantes de la coexistence, de la diversité et en même temps de la complémentarité et de l'équilibre (ou encore parfois du déséquilibre) des différentes



sciences pour réussir à révéler la complexité de la science économique en considérant les différents plans de l'analyse économique, à savoir : les plans méso, micro et macro-économiques<sup>5</sup>. Aussi, il nous semble crucial de considérer les fondements théoriques de l'économie comme un système complexe.

Cette thèse se veut être une « petite contribution » au débat qui s'impose dans les temps actuels !

---

<sup>5</sup> Il s'agit d'un problème récurrent de la science économique. Cette discussion n'est pas anodine par les temps qui courent. En général, les courants hétérodoxes trouvent dans l'interdisciplinarité un point de référence et une condition *sine qua non* pour rendre compte de la complexité des sociétés contemporaines. Par contre, certains courants orthodoxes comme les doctrines libérales et ultra-libérales, en poursuivant le rêve d'ériger les sciences naturelles et de l'économie en science exacte, comme déjà il était prétendu par Jevons (1878), refusent cette vision. Néanmoins, nous savons que beaucoup de théories économiques survivent, même si l'expérience les « contredisent », seulement grâce à des « stratagèmes d'immunisation », à des inductions discutables ou grâce aux hypothèses auxiliaires. Bien que sans vouloir négliger la valeur des contributions néoclassiques dans la théorie économique, il est toutefois nécessaire de constater que beaucoup des défenseurs de cet univers se montrent incapables de comprendre combien une « pluralité de conjectures en concurrence » (Popper et al. (1959)) est essentielle. C'est parce que plusieurs continuent à vouloir ignorer que la pratique scientifique dans l'Économie n'est pas seulement une question de résolution d'« énigmes » (Kuhn (1996)) ou de construction de modèles théoriques logiques. Les caractéristiques elles-mêmes de la discipline (en tant que sciences sociales), impliquent que nous n'oublions jamais le terrain où elle plonge ses racines, au risque sinon de la condamner (Arthur, Lane, et Durlauf (1997) : « *The Economy an Evolving Complex System II* », *Saint Fé Institute Studies in the Science of Complexity*).



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

## ABSTRACT

Our study has the aim of defining the impact generated by the technological infrastructure on innovation and economic growth in the countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). We will draw inspiration from the "Quadruple Helix of Innovation" theory (QH) in order to construct a theoretical model of economic growth that will assess the role played by a set of technological infrastructures, such as technology parks, incubators, centers of technology transfer, as well as other institutions belonging to different "innovation ecosystems", in the presence of innovation open systems and the "mode 3" of knowledge production.

We chose the recent QH theory on National Innovation Systems (NIS) as it describes a new economic reality where innovation is seen as the result of co-creation between businesses, citizens, universities and government, in a context characterized by the existence of partnerships, networks of collaboration and symbiotic relationships. This is a development relative to the "Triple Helix" (TH) theory of innovation, according to which the interaction between universities, government and industry is the source of new knowledge, technologies or products and services that are made to serve the needs of society (Etzkowitz and Leydesdorff (2000), Etzkowitz and Klofsten (2005)). To this a fourth helix in the innovation system is added: civil society. Thus, we arrive at the QH theory (Liljemark (2004, Khan and Al-Ansari (2005)).

According to the QH theory, the economic structure of a country is based on a quadruple helix - on one side, the academy and the technological infrastructure, on other side, companies, the government, and finally, civil society. Economic growth is managed by the creation of differentiated productive units that interact with each other and complement each other in the production of continuous innovation (Carayannis and Campbell (2006, 2009a, 2009b), Arnkil et al. (2010), MacGregor and al. (2010)).

After a macroeconomic analysis based on endogenous growth models that estimate the contribution of research and development (R & D) to technological change and its



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

impact on economic growth, and following a review of existing models of the impact of technological infrastructure on economic growth, a theoretical model of economic growth based on R & D and on productive public spending will be developed to demonstrate the importance of the existence of technological infrastructure in promoting innovation, and ultimately its contribution to economic growth. This will make it possible to evaluate the effects of productive public spending through a study of "transitional dynamics" and an empirical analysis based on the new database CANA (2011).

Our research strategy has two main areas of focus:

a) The theoretical model of economic growth that we have built, based on research and development (R & D) with productive public spending, to illustrate the theory (QH) based on the concept of the interaction of four strands of a helix: the academy and technological infrastructure, companies and industry, government, and civil society. The objective is to understand the true interaction among these four strands, and therefore among the innovation actors, including the role of technological infrastructure on growth, as well as to assess the effects of productive public spending through a study "transitional dynamics".

b) We built an empirical model to test the theoretical model on a sample of 28 countries of the OECD for the period 1980-2008 using the data base CANA (2011). Specifically, we estimate the production function model through the estimator DOLS (dynamic OLS) on panel data, using the STATA 11 software. Thus, the main theoretical predictions of the model were tested, including the role played by the technological infrastructure on SNI in the sample chosen.

We propose to study the macroeconomic transmission mechanisms of investment in R & D in terms of economic growth and productivity gains in a high-technology sector, including the role of the state, economic spending, and the private sector.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

Indeed, the performances of national technology innovation plans are dependent on public policy guidelines and, at the same time, on the organizational capacity of technological innovation actors. Therefore, it is necessary to devote a chapter to public policy by questioning what should be the optimal level of coordination between the various policies, including the "smart policy mix."

Finally, we examine the current debate on the role of the state around the modern macroeconomic theory. This is a current concern because of the financial crisis that began in the summer of 2007, which changed the thinking of the role of the state in the economy, particularly affecting optimistic liberal policies and strengthening the argument for participation of civil society in economic growth. This is evident in the recent guidance from the European Commission under the leadership of President Barroso, who in March 2010 wrote: « [...] the condition for success is a real ownership by European leaders and Institutions. Our new agenda requires a coordinated European response, including with social partners and civil society. If we act together, then we can fight back and come out of the crisis stronger. We have the new tools and the new ambition. Now we need to make it happen. [...] Europe 2020 puts forward three priorities: smart growth (developing an economy based on knowledge and innovation); sustainable growth (promote a more resource efficient, greener and more competitive economy); inclusive growth (fostering a high-employment economy delivering social and territorial cohesion) [...] ».

The three main chapters of the thesis lead us to the following conclusions:

1- Our theoretical model presented in Chapter 2 can lead to two predictions: (i) an increase in the complementarities among the different production units and (ii) an increase in productive government spending, leading to a higher and sustainable economic growth.

2- In the model presented in Chapter 3 we also analyzed theoretically, in detail, issues related to productive public spending and the importance of complementarities



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

between the different production units in the innovation economies and in economic growth. In addition, we examined the relevance of considering the nature and cost of productive investment and the importance of public policies to achieve higher economic growth. In the innovation model proposed by QH, the government provides a pure public good in the form of productive spending in education, health, technology infrastructure, technology services, innovation services and regulation, in order to increase the productivity across all inputs. The model shows analytically that the increase of productive public spending leads to higher economic growth in QH economies. To study how the economy converges to equilibrium or to a steady state, we performed an analysis of "dynamic transition" using numerical integration. The main conclusion of this study is that an increase in the proportion of output spent under the public spending has a positive effect on economic growth in the short term (first level effect), medium term (dynamic transition) and long term (steady state).

Three main conclusions can be drawn from the results of the empirical model obtained in Chapter 4:

i) The four pillars or helix strands - companies and industry, academia and technological infrastructure, government, and consumers - support the economy. We have shown an equivalent, complementary and equally important role of each of the four strands of the helix, where innovation is the engine of growth and is performed by society in a structure of a single productive sector.

ii) We also highlighted the fact that public spending has an important economic role, as an increase in government spending leads to economic growth;

iii) We confirmed the positive role of the technological infrastructure in the "technological" changes in OECD countries and on improving the skills of workers, on attracting skilled workers, and also on innovation and consequently on economic growth. In addition, we have exploited the importance of interactions and complementarities between the technological infrastructure and other actors of



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

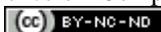
innovation in the QH – namely government, companies and industry, academia, and the civil society – on innovation and on economic growth.

In this thesis we wanted to present, in a single debate, different visions resulting from the coexistence of diversity and at the same time complementary and equilibrium (or no equilibrium sometimes) between different sciences, in order to successfully reveal the complexity of economics, considering the different levels of economical analysis, namely meso, micro and macroeconomics<sup>6</sup>. Also, it seems crucial to consider the theoretical foundations of the economy as a complex system.

This study wants to be “a small contribution” for an essential debate which is presently ongoing!

---

<sup>6</sup> This is an Economic problem. This discussion is not peaceful in our times. In general the heterodoxies currents find in interdisciplinarity a point of reference and an indispensable condition to take account the complexity. On the other hand, some orthodoxy like the liberal doctrines and the ultra-liberal ones, with the scientificity dream about the natural science and Economy as science exact, which has been defended by W. Stanley Jevons in 1871, refuse this vision. Nevertheless, we know that many economic theories only survive, even if reality “counterfeits them”, with recurs to “immunisators stratagems”, with inductions or assumptions. Although and if we cannot neglect the neoclassic values contributions in the economic theory, however it’s necessary to note that many scientists are unable to include/understand how much a “plurality of conjectures in competition is essential” (Popper). The scientific practice in economy is not only one question of “enigmas” resolution (Kuhn) or building some models logique-abstracts. The discipline characteristics (as social science), imply that we cannot never forget the ground where it plunges their roots. Arthur B., Lane D., and Durlauf S. (1997), *The Economy year Envolving complex system II*, Santa Fe Institute Studies in the Science off Complexity.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

# INTRODUCTION GÉNÉRALE



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

Le Programme de Développement des Nations Unies (PNUD), dans son rapport annuel (2012-2013), reconnaît que l'investissement dans les infrastructures technologiques contribue à la croissance, au développement humain, à l'augmentation de l'Investissement Direct à l'Étranger (IDE) et à l'accroissement des transferts de technologie<sup>7</sup>. Aussi, l'Organisation pour la Coopération et le Développement Économique (OCDE (2008)), dans son rapport « Infrastructures pour 2030 », reconnaît le rôle-clé des infrastructures dans le développement social et économique et appelle à une majeure interaction parmi les différents acteurs publics et privés dans leur promotion (OCDE (2008)). À ce propos et mettant en évidence le rôle des infrastructures technologiques dans la croissance économique et la nouvelle nature de l'innovation, le Global Innovation Index 2013 (GII 2013) fait mention ne les travaux de Florida (2013) en indiquant que : « *Great scientific centres not only require eminent universities and laboratories, they also require a broader environment of meritocracy and openness to diversity that can attract top talent from around the world. For this reason, it is unlikely that the world's leading science cities will change significantly in coming decades. The presence of major scientific centres has itself become a key source of innovation and economic growth. This is likely to lead to more concentrated innovation and economic development in the future, increasing the gaps between the world's scientific 'haves' and 'have-nots'.* ».

Les infrastructures technologiques dont nous allons parler au cours des développements de cette thèse visent à reconstituer sur une base locale les liens science-industrie à travers la production, la formation et la recherche afin de valoriser le potentiel d'innovation technologique. En effet, si le marché peut se révéler un mode de coordination efficace lorsque les technologies sont génériques et incorporent des connaissances codifiables par l'intermédiaire de l'importation ou de l'acquisition de licences, de franchises et de brevets, cela n'est plus le cas lorsque les technologies sont spécifiques et incorporent des connaissances tacites comme dans le cas des nouvelles technologies Bio-Nano-TIC. Ainsi, leur transfert s'opère, selon Hagedoorn (1990), à

---

<sup>7</sup> Cf. le site mimeo [http://www.undp.org/content/undp/en/home.html\\_in\\_2012-2013](http://www.undp.org/content/undp/en/home.html_in_2012-2013), Annual Report, supporting global progress.



travers des relations non-marchandes entre entreprises ou de partenariats internationaux avec des centres de recherche et des universités, dans lesquelles intervient l'État jouant un rôle de régulateur.

Selon Tassej (1991), depuis les années 1950, ces infrastructures ont une fonction primordiale dans la promotion du changement économique des nouvelles économies industrialisées. Grâce à elles, ces économies ont réussi à avoir une capacité technologique interne, à favoriser le transfert de technologie, et à promouvoir un entrepreneuriat qualifié ; elles ont contribué également à l'émergence de nouvelles *startups* et *spin-offs* universitaires à base technologique et elles ont été aussi responsables des révolutions industrielles dans certains pays.

Ces infrastructures sont, selon Heshmati (2007), à la base du développement de la nouvelle économie et la méthode à travers laquelle les pays réalisent leurs révolutions technologiques et industrielles ; de plus, elles promeuvent la croissance économique, un développement social juste, l'augmentation des flux d'IDE et la R&D ; elles servent encore à aider les pays à équilibrer leurs balance des paiements et à rester moins dépendants des biens traditionnels<sup>8</sup>.

La plupart des travaux qui se sont attachés à identifier les défaillances des systèmes d'innovation (Alcouffe (1992), Mezouaghi (2002), Aubert et Reiffers (2003)), convergent pour relever cinq types de contraintes pouvant expliquer des situations de blocage des dynamiques d'innovation technologique des pays et évoquent l'importance des infrastructures technologiques pour les dépasser. En plus des contraintes de financement, d'investissement, de marché, les infrastructures technologiques jouent un rôle pour surmonter également les contraintes technologique, scientifique et institutionnelle<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Cf. Jussawalla et Taylor (2003) qui développent une analyse très complète par pays de l'impact de certaines infrastructures technologiques, comme les parcs technologiques.

<sup>9</sup> La contrainte technologique, selon les auteurs, est motivée par l'insuffisance des grands groupes industriels et par la concentration de l'appareil productif dans les activités à faible contenu technologique (*lock-in* des spécialisations industrielles) qui suscitent une déconnexion entre les entreprises et les centres de recherche et entraînent une rupture des effets de rétroaction sur le processus d'apprentissage technologique. La contrainte scientifique existe malgré des efforts soutenus en matière d'enseignement supérieur ; toutefois le potentiel de recherche reste fortement concentré dans les universités et s'oriente le plus souvent vers des activités de recherche fondamentale et en rupture avec les besoins du système productif ; de plus, la contrainte institutionnelle, avec la non-reconnaissance de la fonction sociale du



Selon la définition de Tasse (2001), les infrastructures technologiques concernent les composantes suivantes du système technologique<sup>10</sup> : l'infrastructure institutionnelle, le regroupement des ressources sous la forme de réseaux et la compétence économique des différents acteurs.

A son tour, l'infrastructure institutionnelle comporte quatre composantes : l'organisation de la R&D industrielle, les infrastructures universitaires, les « autres institutions » et la politique des pouvoirs publics.

En ce qui concerne les infrastructures universitaires et selon Pavitt (1984), le système éducatif et notamment les universités technologiques jouent un rôle essentiel dans le processus de création et de diffusion des connaissances car le nombre et la qualité des ingénieurs diplômés comptent parmi les principaux facteurs qui déterminent la capacité d'innovation et d'absorption d'un pays.

Quant aux « autres institutions », il s'agit d'institutions « de liaison », d'institutions constituant un relais parmi les entreprises plus petites, les organismes publics et les universités, ayant un rôle dans la diffusion technologique, ainsi que dans la formulation des politiques technologiques et d'innovation. Elles contribuent à l'accumulation et à l'intégration des résultats des activités d'innovation, qui conserveraient sans cela un caractère hautement spécifique à la firme ou à l'université, et les rendent utiles et accessibles à d'autres entreprises et à la société civile. Ces organisations disséminent des connaissances mais elles compensent aussi la faiblesse d'autres composantes du système technologique. Selon Metcalfe et Gibbons (1991), l'existence des institutions « de liaison » permet de mettre en relation l'industrie, la base scientifique et technologique publique et le volume des investissements publics dans la formation du capital humain, ce qui contribue à renforcer la créativité en général.

---

chercheur, la gestion inefficace des programmes de recherche, les faiblesses du système de protection des droits intellectuels et des brevets, l'éclatement de la communauté scientifique nationale et l'exode des compétences à l'étranger sont des facteurs défavorables à l'institutionnalisation du système de recherche.

<sup>10</sup> Les systèmes technologiques, au sein des systèmes d'innovation, sont définis en termes de flux de connaissances et de compétences plutôt que de biens et de services ordinaires. Ils consistent en des réseaux dynamiques de connaissances et de compétences. Il suffit d'un entrepreneur et d'une masse critique pour que ces réseaux puissent se transformer en pôles de développement, en faisceaux de synergies d'entreprises et de technologies au sein d'un système d'innovation. Un système technologique a donc pour objet la création, la diffusion et la mise en œuvre des technologies (Tasse (2001)).



Mais, si le rôle des infrastructures technologiques est largement reconnu et important au sein des SNI, les décisions d'investissement par les gouvernements continuent à être prises parmi les pays de l'OCDE sans une évaluation préalable des vrais effets sur l'innovation et donc sur la croissance économique. Aussi, le rapport entre les infrastructures technologiques et les autres acteurs de l'innovation ne reste jamais évident à cause de la faiblesse des données existantes sur ce sujet et à l'inexistence d'un modèle de croissance qui puisse les mettre en rapport.

De ce fait, les variables-clés de notre étude seront les infrastructures technologiques ainsi que leurs rôles et leurs rapports avec les autres acteurs d'innovation au sein des SNI dont les conséquences se font sentir sur les taux de croissance des pays, voire sur les sentiers de croissance de ces derniers<sup>11</sup>.

Dans une récente conférence à Paris organisée par l'OCDE et par la Banque Mondiale, les intervenants ont discuté des moyens concrets pour promouvoir l'innovation au sein des SNI et les politiques publiques pour la promotion de l'interaction des universités avec le secteur privé pour le transfert des connaissances et leur commercialisation. Ils ont reconnu la théorie QH comme un outil important d'analyse de l'interaction entre les différents acteurs de l'innovation et de réflexion sur l'avenir des nouvelles politiques industrielles (OCDE (2012), p. 3). Nous avons choisi cette théorie pour illustrer l'économie d'innovation et nous allons construire un modèle de croissance pour cette théorie qui puisse mettre en rapport les acteurs de l'innovation

---

<sup>11</sup> Solow (1997) avance les idées suivantes dans une conférence à Nanterre sur les institutions : « Nous savons très peu de choses sur les facteurs qui déterminent le rythme du progrès technique et je crains que nous ne sachions jamais grand-chose de systématique à ce sujet (...) A long terme, le seul taux de croissance stable possible du revenu par tête est le taux d'évolution de la productivité globale des facteurs de production. Mais si quelqu'un vous dit qu'il connaît des moyens de changer le taux de croissance de la productivité globale, il vous ment (...) Si vous imaginez un graphique sur lequel vous faites figurer le logarithme du revenu par tête en fonction du temps, alors une ligne droite de pente donnée représente un sentier de croissance stable. Nous avons l'habitude de penser que seuls les éléments qui augmentent l'inclinaison de cette ligne contribuent à la croissance. Je pense que c'est une erreur. Nous devrions considérer tout ce qui déplace cette ligne vers le haut de façon permanente, même si elle demeure parallèle à elle-même. Si un changement institutionnel de la fiscalité ou des structures organisationnelles des affaires ou des motivations ou de la nature de la rémunération, la façon dont nous payons les ouvriers, si un changement institutionnel quel qu'il soit peut créer une hausse permanente du niveau de la productivité globale des facteurs, je le qualifierai de facteur de croissance (...) Je pense que, si vous deviez concevoir la théorie de la croissance non pas comme une théorie du taux de croissance mais comme une théorie du niveau du sentier de croissance, cela favoriserait l'intégration des facteurs institutionnels et économiques même dans des modèles de croissance de type néo-classique. »



et démontrer le rôle des infrastructures technologiques sur l'innovation et la croissance économique.

La faiblesse des données a été comblée, selon nous, par le biais de la base de données CANA (2011) ce qui a permis d'aboutir à l'étude empirique développée au chapitre 4. Cependant, le besoin de créer de nouveaux outils pour mesurer l'innovation et l'interaction entre les nouveaux acteurs de l'innovation au sein des SNI est encore à l'ordre du jour et nous pouvons lire dans le GII (2013) : « [...] *However, innovation cannot be reduced to investments in R&D and patents. The vision offered by the GII is more complex and offers a different view about the dynamics that shape innovation globally[...] innovation has become more global, more dispersed than it used to be[...] For real progress to occur at local levels of innovation, critical elements need to be explored, identified, and measured. These elements include the specific strengths and weaknesses of local industries and knowledge institutions as well as access to finance and to markets within and outside national borders.* ». Aussi, Teixeira (2013) appelle à de nouvelles méthodologies quantitatives pour analyser la performance des SNI où l'innovation est de plus en plus systémique et où les modèles néoclassiques n'ont pas réussi à illustrer de nouveaux concepts et théories comme, par exemple, la théorie Triple Helix (TH) : « *At the very least, these competing approaches and models also addressed issues that neoclassical economics failed to consider adequately. These « competitors » to the NSI concept included Michael Porter's Cluster's or Diamond Model of thinking, published in The Competitive Advantage of Nations in 1990, The Triple Helix model of university-industry-government interactions developed mainly by Henry Etzkowitz and Loet Leydesdorff (1997, 2000), and the New Production of Knowledge approach of Gibbons et al. (1994).* » (Teixeira (2013), p. 11).

Un autre point important à analyser, par les temps actuels, est celui des politiques publiques qui, à notre avis, doivent mobiliser les réseaux d'associations et des clusters. A leur tour, les clusters doivent promouvoir le partage des connaissances et d'information, le dialogue et l'apprentissage. Les politiques doivent également, selon nous, mettre l'accent sur les partenariats publics/privés et sur la légitimation du rôle des infrastructures intermédiaires et d'autres méthodes de gouvernement. Les agences de



développement régional sont considérées, à ce titre, comme des catalyseurs de l'innovation (Halkier et al. (1998), Morgan (1997)). Dans ce domaine, le secteur public est davantage un secteur qui travaille en coopération avec d'autres secteurs et organisations, et donc a un rôle de facilitateur et moins d'interventionniste. Aussi, à ce niveau, il faut un modèle qui puisse démontrer sans doute le rôle des politiques publiques. Notre conviction est que ces politiques doivent être adaptées aux contextes spécifiques et être dépendantes des trajectoires ou des sentiers de croissance, sans répliquer des modèles de succès. On peut lire à ce propos dans un rapport de l'OCDE l'idée suivante : « [...] *Firms, organisations and Institutions, as well their interactions, differ substantially accross countries. This implies that policy responses to systemic imperfections will be country specific. Differences in historical Institutional settings explain country-specific paths of development and innovation climates.* » (OCDE (2011), p. 230).

## **LES PROBLEMES ET LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES**

Conscients de ces réalités dans la réalisation de ce travail, nous voulons souligner l'importance des investissements dans la R&D comme moyen d'augmenter la croissance de la productivité dans les pays de l'OCDE en étroite coordination avec les politiques de l'éducation et d'innovation et des programmes nationaux en matière de science et de technologie, sans oublier que la société civile entière participe maintenant au processus d'innovation.

Cette thèse présentera un essai empirique pour illustrer la théorie QH, sur les mécanismes macroéconomiques de transmission de l'investissement dans la R&D en termes de croissance économique et de gains de productivité des secteurs de haute technologie dans les pays, en rapport avec le rôle joué par l'État et par les infrastructures technologiques, pour pouvoir conclure qu'un niveau optimal de coordination et d'efficience est nécessaire entre les différentes politiques économiques, qui doivent être analysées et pensées ensemble, en accord avec le rapport de l'OCDE : « *design a smart policy mix, asset-based and multi-sector, aligned with regional strategy, would*

7



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

*integrate several policy fields, vertically and horizontally, strengthen synergies across levels of government, horizontal collaborations of public and private stakeholders for increasing policy impact.* » (OCDE (2011), p. 89).

Ce rapport entre les infrastructures technologiques, l'innovation et la croissance économique n'est pas évident à établir en raison de la faiblesse des données existantes sur ce sujet et à l'inexistence d'un modèle de croissance qui puisse mettre en rapport les acteurs d'innovation (Heshmati (2007)). C'est particulièrement dans ce domaine que nous pensons pouvoir apporter des développements scientifiques, notamment au niveau de la construction d'un modèle de croissance théorique qui met en rapport les acteurs de l'innovation axé sur la nouvelle théorie (QH) reconnue par l'OCDE pour expliquer ces rapports via l'emploi de la base de données CANA (2011).

En souhaitant illustrer théoriquement le rôle des SNI dans les économies de l'innovation, qui sont à la fois dynamiques et adaptatifs, sur la croissance économique, nous allons développer un modèle de croissance économique en utilisant la théorie d'innovation « QH » qui relie quatre hélices ou acteurs de l'innovation (l'État, les entreprises/l'industrie, l'académie et les infrastructures technologiques et la société civile) pour analyser leur impact conjoint sur la croissance économique (Carayannis et Campbell (2009b)).

Le modèle que nous allons construire et présenter par la suite comporte une deuxième contribution scientifique sur le plan théorique. En effet, il s'agit d'un modèle de croissance de R&D basé sur des dépenses publiques productives, qui, selon Irmen et Kuehnel (2009), est nouveau dans le domaine de la littérature des dépenses publiques et de la croissance économique.

Partant de l'hypothèse que toute la société est acteur du processus d'innovation où les innovations sont matérialisées en biens et services intermédiaires (inputs), où le produit final (production globale) est produit en utilisant du travail, des dépenses publiques et tous les inputs et chaque unité physique d'input est produite par les entreprises et les infrastructures technologiques, l'université et l'industrie, nous allons tenter de répondre aux préoccupations suivantes dans le cadre de notre étude :

- Les infrastructures technologiques sont-elles responsables de changements « technologiques » dans les régions et les pays de l'OCDE ?
- Quel doit être le rôle des infrastructures technologiques dans l'innovation et par conséquent sur la croissance économique ? Quelles sont les relations d'interaction et de complémentarité entre les infrastructures technologiques et les autres acteurs de l'innovation du modèle QH à savoir : l'État, les entreprises et l'industrie, l'académie et la société civile, sur l'innovation et de ce fait, sur la croissance économique ?
- Évaluer les effets des politiques publiques pour savoir quel doit être le niveau de coordination entre les politiques publiques pour une maximisation d'efficacité ?

Pour y répondre, nous allons :

- tout d'abord, construire un modèle théorique de croissance économique axé sur la R&D avec des dépenses publiques productives afin de pouvoir évaluer l'influence des infrastructures technologiques sur l'innovation en vue de la croissance économique et afin d'inclure leur rapport avec tous les autres acteurs de l'innovation contenus dans la théorie QH. Puis, estimer les effets des politiques pour aboutir à des conclusions claires sur le niveau optimal de coordination entre les différents acteurs d'innovation et donc entre les différentes politiques publiques ;
- enfin, réaliser une étude empirique sur un échantillon de 28 pays de l'OCDE sur la période (1980-2008).

## **LA STRUCTURE DE LA RECHERCHE**

Notre stratégie de recherche sera fondée sur une revue de la littérature concernant les modèles de croissance économique endogène incluant le progrès technique notamment celui de Evans, Honkapohja et Romer (1998) et les spécifications de Thompson (2008), en introduisant les complémentarités et les coûts internes d'investissements pour le développement d'un nouveau modèle de croissance économique avec des dépenses

publiques productives permettant d'illustrer la théorie QH et de mettre en rapport les différents acteurs d'innovation.

Nous commencerons (chapitre 1) par une revue des différents modèles de croissance endogène avec de la R&D et la prise en compte des spécifications de Thompson (2008). Nous examinerons ensuite les analyses portant sur la contribution des infrastructures technologiques à la croissance et abordant la question des dépenses publiques productives. Nous finirons par une revue des travaux des SNI et la croissance économique, puis nous justifierons notre choix concernant la théorie QH.

Par la suite, au sein des chapitres 2, 3 et 4, nous construirons un modèle théorique afin de réussir à mesurer l'influence des infrastructures technologiques sur l'innovation et donc sur la croissance économique en utilisant la théorie QH, pour, ensuite et, à travers la modélisation dynamique et des tests empiriques, évaluer l'importance des dépenses publiques productives sur la croissance économique.

Enfin, nous tenterons d'évaluer les effets des politiques pour déterminer un niveau optimal de coordination parmi les différentes politiques publiques (chapitre 3).

Au chapitre 4, nous testerons le modèle théorique sur un échantillon de 28 pays de l'OCDE pour la période 1980-2008 en employant la base de données CANA (2011). Plus précisément, nous estimerons la fonction de production du modèle à travers l'estimateur DOLS (dynamique OLS) sur des données du panel, à l'aide du logiciel STATA 11.

Le dernier chapitre sera, quant à lui, consacré à la méthodologie économique utilisée et aux conclusions.

# **CHAPITRE 1**

## **CROISSANCE ÉCONOMIQUE ENDOGENE : R&D, DEPENSES PUBLIQUES PRODUCTIVES, INFRASTRUCTURES TECHNOLOGIQUES ET SNI**



## INTRODUCTION

L'objet de ce chapitre est l'étude des modèles de croissance endogène où la croissance est motivée par le changement technique qui, à son tour, est le résultat de la réponse des individus aux incitations du marché<sup>12</sup>. Nous allons donc présenter une synthèse pour justifier notre choix méthodologique développé aux chapitres suivants, notamment la prise en compte du modèle de Evans, Honkapohja et Romer (1998) avec les spécifications de Thompson (2008) pour construire un modèle de croissance économique avec des dépenses publiques productives permettant d'illustrer la théorie QH. Nous passerons également en revue les analyses portant sur la contribution des infrastructures technologiques à la croissance en abordant la question des dépenses publiques productives. Nous finirons par une revue des travaux des SNI et leur rapport avec la croissance économique.

### 1.1. R&D, DEPENSES PRODUCTIVES ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Dans les chapitres suivantes, nous allons développer un modèle de croissance économique avec de la R&D<sup>13</sup> et axé sur les dépenses publiques productives afin

---

<sup>12</sup> Les modèles de croissance endogène ont tous la même structure de base en termes d'équilibre général : ce sont les ménages qui détiennent les facteurs de production et les actifs de l'économie et, en fonction de leurs préférences, ils choisissent la fraction de leur revenu qu'ils consomment et qu'ils épargnent ; les entreprises louent le capital et le travail et utilisent ces facteurs pour produire des biens pour vendre aux ménages et aux autres entreprises et, pour cela, elles ont recours à une technologie qui évolue dans le temps. Il y a finalement un marché. Les modèles de croissance endogène diffèrent les uns des autres par le nombre de secteurs et par la forme de la fonction de production.

<sup>13</sup> Selon Helpman (1992), jusqu'à la seconde moitié des années quatre-vingt, réussir à expliquer le Progrès Technologique (PT) a été sans succès et l'introduction de la théorie du PT dans les modèles néoclassiques n'a pas révélé les efforts d'innovation pour développer des nouveaux produits et des nouvelles technologies car les hypothèses normalisées des rendements d'échelle de l'output de production ne pouvaient pas être les mêmes. En effet, les rendements d'échelle de l'output de production sont croissants si le progrès technique est introduit comme facteur de production. Les modèles de croissance endogène plus récents considèrent que le progrès technique est un produit du système économique, d'un secteur spécifique, celui de la Recherche et Développement (R&D) et l'incorporation des théories de la R&D et de la concurrence imparfaite dans l'explication de la croissance s'est faite avec les travaux de Romer (1987, 1990a), poursuivis par ceux de Grossman et Helpman (1991) et de Aghion et Howitt (1992). Dans ces travaux, le progrès technique résulte d'une activité délibérée par une certaine forme de pouvoir de monopole. Le progrès technique peut avoir la forme de différenciation verticale (Aghion et Howitt (1992)) ou horizontale (Romer (1990a), Barro et Sala-i-Martin (1995)). Ces modèles de croissance endogène incorporent des externalités positives ou négatives liées aux efforts d'innovation, l'innovation



d'illustrer le rôle des différents acteurs au sein des SNI, notamment celui des infrastructures technologiques dans l'innovation et sur la croissance économique.

Les infrastructures technologiques dans le contexte des nouvelles technologies émergentes Bio-Nano-TIC, un contexte d'incertitude, d'émergence de nouvelles institutions et de nouvelles formes de gouvernement, partagent le risque, les coûts mais aussi les profits. Ce contexte impose une interaction plus intense entre les entreprises, l'industrie et les centres de production des savoirs, l'État et la société civile. Cette interaction peut être facilitée par des infrastructures technologiques de liaison. Ces interactions, co-coopérations, co-compétitions, co-crétions sont au cœur de la théorie QH. De ce fait, nous avons choisi la nouvelle théorie QH qui met en évidence la question des complémentarités, de la coopération et du partage des connaissances entre les différents acteurs d'innovation au sein de l'économie de l'innovation, pour laquelle nous allons construire un modèle de croissance économique.

Après une étude bibliographique des modèles de croissance économique endogène avec R&D, nous allons retenir les spécifications de Thompson (2008) qui reposent sur le modèle des équilibres multiples de Evans, Honkapohja et Romer (1998) avec des complémentarités entre les biens de capital dans la fonction de production et avec l'introduction des coûts internes d'investissement observables en accord avec Hayashi

---

étant la clé fondamentale de la croissance et de la productivité. Ces externalités peuvent conduire à un sous-investissement ou à un surinvestissement dans les activités de recherche. La conséquence fondamentale du modèle de Romer (1990a) est que le taux de croissance de l'output est une fonction positive des efforts de R&D et du niveau du capital humain dans l'économie, c'est-à-dire qu'une économie peut grandir sans limite grâce à l'investissement en R&D et à l'investissement dans le capital humain. Cependant, et selon Romer (1990b), ce n'est pas la totalité du capital humain qui contribue à cette croissance de l'output, mais seulement le capital humain ayant reçu une éducation universitaire car c'est ce niveau d'éducation qui permet d'obtenir du talent scientifique pour réussir à aboutir aux nouveaux designs. Le modèle de Grossman et Helpman (1991) diffère en deux caractéristiques vis-à-vis celui de Romer (1990a). Dans ce modèle, les biens différenciés ne sont pas liés à la fonction de production mais sont les biens finaux qui rentrent dans la fonction d'utilité des consommateurs. De plus, la production d'une unité des biens intermédiaires a besoin d'une unité de travail et alors le capital physique n'est pas lié à  $Ax$  et dans ce modèle le capital physique n'est pas source de croissance économique et l'investissement est fait dans le développement des nouveaux produits. Le modèle de Aghion et Howitt (1992, 1998) apporte des éléments comme la « chance/hazard », l'idée de Schumpeter (1939) de la « création destructrice » dont des profits de monopole temporaires et encore les « cycles » provoqués par le mécanisme de l'innovation. Dans ces deux modèles, la croissance à long terme est possible grâce aux investissements dans la R&D et à l'accumulation des connaissances mais ces deux modèles n'envisagent pas l'accumulation du capital physique.



(1982), prenant un seul secteur comme celui de Rivera-Batiz et Romer (1991), dans lequel la même technologie est utilisée pour la consommation, pour l'investissement dans le capital physique et dans la production des nouveaux dessins et avec un seul équilibre du type « steady state ». Nous choisissons ce modèle car le concept de complémentarité (Matsuyama (1995)) semble parfait pour illustrer cette nouvelle économie de l'innovation, où tous bénéficient de l'interaction, de la coopération et du partage des connaissances. Par conséquent, et selon Thompson (2008), nous supposons l'existence de complémentarités entre toutes les entités qui contribuent à un niveau intermédiaire à la production d'un bien final - infrastructures technologiques, académie et entreprises – que nous appellerons des Unités Intermédiaires de Production (UIPs). Aussi, nous incluons également les coûts d'investissement dans l'innovation selon Thompson (2008) car la combinaison des complémentarités et des coûts internes d'investissement conduisent le modèle à une solution d'équilibre *steady state*. Thompson (2008) développe l'explication de la motivation de l'introduction des coûts internes d'investissement car ce dernier ne peut pas être infini, ce qui entraîne l'introduction des coûts de l'accumulation du capital dans le modèle d'investissement. L'auteur utilise l'application de Hayashi (1982) utilisée dans les modèles de Benavie et al. (1996), Cohen (1993) et Van Der Ploeg (1996).

En ce qui concerne l'introduction des dépenses publiques productives dans la théorie de croissance endogène, nous allons retenir les travaux de Romer (1990) et Irmen et Kuehnel (2009), dans les modèles présentés aux chapitres 2 et 3.

Romer (1990), dans son article « *Gouvernement Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth* », introduit le secteur public dans le modèle de croissance économique endogène d'une part, pour capturer les externalités associées aux dépenses publiques productives et aux impôts et d'autre part, pour réussir à évaluer les effets des choix de politique publique sur la croissance économique.

Irmen et Kuehnel (2009) font une étude critique de la littérature récente qui introduit la variable « dépenses publiques productives » à la théorie de la croissance économique endogène (où les variations des paramètres de politique fiscale doivent avoir un effet à long terme sur la croissance). Selon les auteurs, cette littérature est très importante pour



l'avenir car elle permet d'évaluer la qualité des recommandations en termes de politique publique.

Depuis les études d'Aschauer (1989) puis de Romp et Haan (2007), il est communément accepté qu'une croissance des activités productives de l'État augmente l'output. Aussi, Easterly et Rebelo (1993) trouvent des effets à long terme associés aux investissements publics en infrastructures. Cependant, c'est à Barro (1990a) qu'est attribué le premier article introduisant les dépenses du gouvernement comme un bien public dans la fonction d'utilité des firmes individuelles<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Au niveau empirique, Ramey (2011) démontre contrairement à ce qui est illustré par la technique du vecteur d'auto-régression où les chocs positifs des dépenses du gouvernement augmentent le PIB, la consommation et la productivité du travail (Rotemberg et Woodford (1993), Blanchard et Perotti (2002), Fatas et Mihov (2001)), qu'une augmentation des dépenses du gouvernement augmente le PIB avec un faible impact sur la consommation et sur la productivité du travail. De même, l'analyse de Fishback (2006) met en évidence un effet négatif des dépenses du gouvernement sur la consommation privée et avec une nouvelle série, elle montre qu'une augmentation des dépenses du gouvernement conduit à une diminution de l'output, de la consommation et de l'investissement. Aussi, Barro et Redlick (2009) dévoilent qu'une augmentation permanente dans les dépenses publiques dans le domaine de la défense a un effet négatif et faible sur l'investissement, un effet très négatif sur les autres dépenses du gouvernement, et un effet insignifiant sur la consommation. Enfin, sur le thème « effet multiplicateur des dépenses du gouvernement », Cristiano et al. (2011) montrent que les effets multiplicateurs des dépenses publiques sont plus importants et supérieures à 1 quand le taux d'intérêt nominal est constant et proche ou égal à zéro. Ainsi, Barro et Redlick (2009) affirment : « [...] an obvious alternative to increasing government spending to deal with zero-lower-bound problem is to manipulate the demand for goods by varying the time profile of investment tax credits or consumption taxes...understanding the quantitative welfare properties of simple tax policies versus increases in government spending as a way to dealing with the zero-bound problem is an important topic that we leave for future research. » (Barro et Redlick (2009), p. :101). Selon Carrère et Melo (2011), nous assistons à un renouvellement de l'intérêt autour du débat sur quel doit être l'espace fiscal d'un pays pour atteindre la croissance. A ce titre, ces études concernant les pays développés suivent deux chemins : i) soit des études sur l'efficacité des dépenses publiques dans certains secteurs- c'est-à-dire sur les infrastructures (Calderon et Serven (2004)) ou dans les composantes des infrastructures sociales (Estache, Gonzalez et Trujillo (2007)) ; ii) soit des études avec des régressions en « *cross-country* » dans lesquelles les dépenses publiques productives sont aussi incluses comme des régresseurs (Adam et Bevan (2005) puis Devarajan, Swaroop et Zou (1996)). Perotti (2007) a ainsi fait une synthèse critique des différentes contributions à la fonction de production et des approches de régression de croissance. Une des conclusions importantes à retenir de ces études est qu'en utilisant des panels dans certaines études de dynamique, les dépenses de capital, en santé, transport et dans la communication sont favorables à la croissance quand la contrainte budgétaire du gouvernement est aussi prise en compte dans l'équation (Adam et Bevan (2005), Bose, Haque et Osborn (2007), Kneller, Bleaney et Gemmell (1999)).

D'autres études ont également souligné le rapport entre les dépenses publiques et la croissance économique (Kormendi et Meguire (1985) avec des dépenses publiques productives dans l'éducation et dans la défense qui ont été introduites à la fois dans la fonction d'utilité et la fonction de production). Ces études ont montré une forte corrélation entre le taux de croissance du PIB réel et celui du niveau des dépenses de consommation du gouvernement. Aussi, Grier et Tullok (1987) ont développé l'analyse de Kormendi et Meguire en introduisant d'autres variables issues des travaux de Summers et Heston (1984), dans une étude en *cross-section* avec une analyse en *time-serie*. Ainsi, les auteurs ont trouvé une corrélation négative pour 24 pays de l'OCDE, parmi les mêmes variables. Cette corrélation négative a



Barro (1990a) montre que les activités gouvernementales sont également une source de croissance endogène et pour cela, l'auteur suppose que le gouvernement achète une partie de la production privée et offre des services publics gratuits aux producteurs privés et cette production privée achetée par le gouvernement porte sur des biens non-rivaux et non-exclusifs.

Irmen et Kuehnel (2009) introduisent dans le modèle de Barro (1990) des composantes pour évaluer les effets des services publics dans la croissance économique. Selon les auteurs, pour étudier le résultat de chaque composante introduite, il faut analyser l'équation correspondante d'Euler afin de réussir à caractériser les déterminants du taux de croissance d'équilibre et appréhender le rôle des mesures de politique fiscale sur le taux de croissance.

Barro (1990a) incorpore dans son analyse les dépenses publiques productives comme une variable flux tandis que Futagami et al. (1993) introduisent une provision des services du gouvernement comme une variable stock, ce qui semble plus réaliste. Mais, d'un autre côté, cela entraîne une complexité en termes d'analyse car nous obtenons à la fois une dynamique transitoire très complexe et un taux de croissance d'équilibre stationnaire qui ne peut plus être donné par l'équation d'Euler.

Irmen et Kuehnel (2009) présentent un cadre analytique dans lequel les activités du gouvernement sont nécessaires pour équilibrer les variables *per capita*. Dans ce cadre, ces activités sont traitées comme flux et comme stock et dans les deux situations, les auteurs arrivent aux conclusions suivantes :

i) pour les firmes individuelles, le capital privé a des rendements constants et les services parviennent de l'activité productive de l'État ;

ii) au niveau social, deux hypothèses conduisent à une fonction de production des firmes asymptotiquement linéaire. La première hypothèse considère que les services qui

---

également été relevée par Landau (1983) cette fois-ci pour 104 pays et par Barth et Bradley (1987) mais avec une significativité statistique plus importante de l'investissement public dans le PIB et donc, sur la croissance. En changeant la base de données de Summers et Heston (1991), et en distinguant les dépenses publiques en éducation de celles liées à la défense, Barro (1988) a montré que la politique des services publics influence les droits de propriété qui à son tour influence l'investissement privé et la croissance. Il a aussi identifié les « infrastructures de services » et cet auteur est arrivé à la conclusion qu'une augmentation des ressources par des dépenses non productives du gouvernement est associée à une plus faible croissance économique.



parviennent aux firmes sont proportionnels au niveau total de l'activité du gouvernement ; la seconde considère que le flux courant des dépenses publiques est proportionnel à la dimension de l'économie. En conséquence, les propriétés d'état stationnaire pour tous les scénarii sont les mêmes dans les modèles AK où l'équation d'Euler détermine le taux de croissance d'équilibre stationnaire ce qui est important pour réussir à comparer les relations entre activité productive de l'État, croissance économique et bien-être ;

iii) l'impact des dépenses publiques productives sur le taux de croissance d'équilibre stationnaire de la consommation à travers un effet direct sur la technologie et un effet indirect sur les subventions aux investissements est toujours positif à l'exception des « petites économies ouvertes » où le taux de croissance de la consommation est déterminé par des facteurs exogènes à l'économie domestique.

## **1.2. LES INFRASTRUCTURES TECHNOLOGIQUES ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE**

Dans les théories néoclassiques, nous assistons à une exploitation des effets d'allocation et de décision-action dans un contexte technologique donné et d'indépendance vis-à-vis des fonctions d'utilité et de production. Les concepts d'infrastructures et d'institutions ne sont pas nécessaires dans une telle logique car leur importance, selon Smith (1997), est motivée par la complexité des systèmes.

Les infrastructures technologiques font partie d'un cadre dans lequel l'activité économique prend place et elles sont construites socialement par des processus évolutionnistes de coopération ou par des décisions politiques, de législation et des programmes d'investissements. Ces infrastructures dont nous parlons ont besoin de beaucoup d'investissements en capital et selon la littérature, nous devons différencier ces infrastructures du reste du stock de capital. L'importance de l'étude de ces infrastructures est liée à la fois à des raisons empiriques, car les technologies et les innovations complexes ont besoin de ces infrastructures, et à des raisons économiques, car elles peuvent apporter davantage d'externalités. Comprendre leur rôle semble être

nécessaire pour les raisonnements scientifiques et politiques de l'avenir autour des questions qui concernent le financement, la gestion et les politiques publiques.

Dans les années plus récentes, beaucoup des travaux économétriques cherchent la liaison entre la croissance de la PTF et les changements dans le stock d'infrastructure, mais nous constatons que la définition d'infrastructure est très « mécanique » pour faciliter le traitement des données (Smith (1997)). Ainsi, Aschauer (1991) démontre que les changements dans les stocks d'infrastructures sont étroitement corrélés avec les changements de la productivité dans le secteur privé et l'auteur en conclut donc que les infrastructures ont un impact positif sur la productivité. Cependant, ces études sont contredites par les analyses de Ford et Poret (1991) car elles ignorent la dimension scientifique et technologique des infrastructures. D'autres développements sont présentés dans les articles de Munnell (2002) et Gramlich (1994).

Selon Heshmati (2007), l'infrastructure est indivisible, permet la multi-utilisation et est générique. Les caractéristiques « économies d'échelle, indivisibilité et externalités » signifient que ces infrastructures peuvent être mises en place par le secteur public ou par des entreprises privées. Mais, les caractéristiques d'économies d'échelle, monopole et externalités signifient que dans la pratique le secteur privé a des difficultés à financer et à construire ces infrastructures et qu'il faut donc avoir des décisions et un soutien du côté du secteur public.

Ces infrastructures peuvent avoir un rôle majeur dans la performance économique et dans le choix technologique et elles ont un effet direct ou indirect dans la compétitivité industrielle, dans la définition de la structure industrielle et dans la localisation au niveau régional et international des industries et des entreprises ou encore dans le dynamisme des clusters et des systèmes d'innovation.

Si fournir des services de santé et d'éducation a des conséquences importantes sur la productivité et la croissance, ou encore si les systèmes légaux et le contexte de régulation réduisent les coûts de transaction, la fourniture d'infrastructures technologiques a un rôle important dans la compétitivité technologique et dans la capacité des entreprises et des entrepreneurs. En effet, elles augmentent la capacité d'un pays à diffuser et à appliquer les technologies ; elles permettent de façon plus efficace



l'accès à l'information et à la connaissance, facilitent l'établissement de relations internationales (partenariats, attraction de l'Investissement Direct Etranger (IDE) et de R&D et du capital humain qualifié) et la réalisation de projets entre l'université et l'industrie, et elles peuvent même vendre la connaissance soit sous la forme de propriété intellectuelle soit sous la forme de brevets (Carayannis et Campbell (2009a)). En conséquence, toute l'analyse de la performance technologique d'un pays doit prendre toujours en compte l'analyse du rôle des infrastructures technologiques.

Les développements scientifiques sur l'impact économique de ces infrastructures sont réduits et les conclusions déduites sont limitées. Nous pouvons trouver quelques développements à travers les travaux de Carlsson (1995), Faulkner et Senker (1995), Leyden et Link (1992) et Teubal et al. (1996). Dans ces développements, le rôle des infrastructures technologiques est évalué par leur capacité de production et de diffusion des connaissances scientifiques et technologiques, par leur rôle dans l'éducation, dans la formation du capital humain et dans la promotion de la créativité, par leur effet de régulateur dans les activités techniques, par leur fonction de promoteur des clusters et de facilitateur de l'établissement de relations de partenariat scientifique et technologique international (l'attraction de la R&D et du capital humain qualifié puis de l'IDE).

Le succès d'une économie reste liée à sa capacité de créer des entreprises innovatrices et sont les infrastructures technologiques qui jouent un rôle important, en particulier dans les régions de haute-technologie, qui émergent autour des universités. Nous trouvons ce phénomène dans les études de Dorfman (1983), Rogers (1986) et Wicksteed (1985). Mais à ce niveau, il n'y a pas d'étude qui évalue le réel impact économique des infrastructures.

Ces infrastructures sont aussi chargées de maintenir un stock des connaissances disponible et accessible (Allen et Cohen (1969)) ; elles font de la dissémination et selon Gibbons et Johnston (1974), elles contribuent à l'innovation industrielle.

Les infrastructures technologiques ont un caractère transversal à toute l'économie de la connaissance, elles sont aussi des acteurs décisifs dans les pôles de spécialisation régionale, notamment dans le développement des clusters autour des spécialisations régionales. Elles contribuent donc à l'efficacité collective et promeuvent les ressources



endogènes d'une région et des actions de régénération urbaine (Aaboen et Lindelöf (2008)).

Pour Aghion et Howitt (1992), ces infrastructures permettent l'accès aux biens et services innovateurs, aux savoirs, appuyant la capacité des acteurs d'innovation à mobiliser la science et la technologie.

Callon (1986, 1987, 1989, 1991), Latour (1979, 1987, 1989) et Law (1987, 1989) ont montré que la production de « faits scientifiques » et des « dispositifs techniques » ne peuvent pas être séparés de la création des réseaux qui fixent leur espace de circulation et contribuent à fabriquer des irréversibilités sur lesquelles il est difficile de revenir.

Les innovations sont des créations avec une valeur économique, elles peuvent être organisationnelles ou technologiques. Le processus complexe d'émergence d'une innovation technologique est lié à l'apparition et à la diffusion des éléments de la connaissance mais aussi à leur introduction dans les nouveaux produits et dans les nouveaux processus. Ce processus est caractérisé par des interactions complexes et des mécanismes de « *feedback* » entre la science, l'apprentissage, la production, la politique et la demande. Le processus d'innovation évolue dans le temps et dépend de plusieurs facteurs. C'est à cause de sa complexité que les entreprises et l'industrie ne peuvent pas innover de manière isolées et donc elles ont besoin d'interagir avec d'autres organisations pour gagner, développer et échanger plusieurs types de connaissances, informations et autres ressources. Ces autres organisations sont généralement d'autres entreprises mais aussi des universités, des instituts de recherche, des banques, des écoles, l'État, des associations et des infrastructures technologiques. Leurs comportements et rapports sont dirigés par les institutions qui apparaissent à la fois comme des contraintes et comme des subventions à l'innovation (Lundvall (1992)).

Carlsson et Stankiewicz (1991, p. 94), définissent un système technologique comme un réseau d'agents qui interagissent dans un domaine économique ou industriel spécifiques sous une infrastructure institutionnelle particulière ou un ensemble d'infrastructures et qui sont facteurs de génération, de diffusion et d'utilisation de la technologie.

Quand il s'agit de comprendre comment la croissance économique et l'emploi sont influencés par l'innovation, il faut inclure les innovations organisationnelles dans l'analyse, car les changements organisationnels sont des sources importantes de croissance de la productivité et de compétitivité et influencent fortement l'emploi (Edquist (1997)); c'est aussi une condition pour le processus d'innovation technologique car si les technologies sont créées pour des êtres humains, elles ne peuvent pas être séparées du contexte organisationnel. Même si les innovations organisationnelles sont oubliées dans la plupart des études sur l'innovation, comme celles de Nelson et Rosenberg (1993), de Carlsson et Stankiewicz (1991) ou encore Lundvall (1992), l'émergence de nouvelles formes d'organisation et leur diffusion doivent être incluses dans l'approche des systèmes d'innovation.

Les institutions sont les éléments centraux des systèmes d'innovation. Pour Freeman (1987), il s'agit de l'analyse du rôle des réseaux d'institutions, bien que pour Nelson et Rosenberg (1993), ces institutions soutiennent les innovations technologiques. Carlsson et Stankiewicz (1991) parlent d'une infrastructure institutionnelle et Carlsson et al. (1991) divisent cette infrastructure institutionnelle en une composante R&D industrielle, en infrastructure académique, en autres institutions et politique de l'État. Après 1995, Carlsson et Stankiewicz rendent ce concept plus hétérogène et complexe en introduisant les structures normatives, les régimes et les différentes organisations. Selon Nelson et Rosenberg (1993), les institutions de soutien sont les universités liées à la recherche fondamentale, les laboratoires publics et les politiques technologiques. Très opposé à ce concept, Lundvall (1992) décrit les institutions comme des routines ou des guides pour l'action.

### **1.2.1. LES INSTITUTIONS ET LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE**

Il nous semble important de faire une distinction parmi les institutions dont nous avons parlé dans la section 1.2 et ce que nous appelons des institutions dans l'optique néo-institutionnelle<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Pour une révision des auteurs et institutionnalismes cf. L'article de Hodgson (2006) « *What are Institutions* » dans le *Journal of Economic Issues*. Des « vieux institutionnalistes » comme Veblen (1898),



Selon l'analyse du changement institutionnel de North (1991), le facteur crucial pour comprendre la croissance économique réside dans l'organisation efficace de l'économie. Il faut avoir des incitations pour promouvoir la croissance à travers la fiscalité ou les législations concernant les droits de propriété. Pour North, les causes de la croissance sont les manifestations, l'aptitude d'une société à mettre en œuvre des arrangements institutionnels. Les institutions sont les « règles du jeu », elles sont les contraintes imaginées par l'homme qui structurent l'interaction politique, économique et sociale (North (1991), p. 97).

Les institutions définissent et limitent l'ensemble des choix des individus (North, (1990)) ; elles sont des contraintes informelles et des règles formelles. Les institutions sont encore spécifiques à chaque pays et selon North, elles fournissent la structure d'incitations d'une économie et, en même temps qu'elles évoluent, elles façonnent la direction du changement économique vers la croissance, la stagnation ou le déclin.

Le changement institutionnel dépend lui-même d'une trajectoire passée dépendante du sentier. Dans le cas d'une croissance économique, un sentier efficace de façon adaptative autorise un maximum de choix en incertitude et un mécanisme efficace de rétroactions pour identifier les choix qui sont relativement inefficaces et les éliminer (North (1990)). Selon l'auteur, de l'État découlent les institutions politiques et les règles du jeu économique. Il fournit également un certain nombre de services essentiels. L'État est un dirigeant qui cherche à maximiser sous contraintes ses bénéfices et dans un contexte d'un tel contrat, un conflit permanent fait partie intégrante du système car l'ensemble des règles qui conduisent à la production sociale maximisée peut ne pas être le même que celui qui maximise les ressources d'un dirigeant. C'est ceci qui justifie que l'optimalité des institutions puisse varier au cours du temps et entre les pays.

Les travaux empiriques dans ce domaine sont fondés sur des régressions linéaires qui expliquent les sources de la croissance économique.

Nous pouvons citer l'étude de Sala-i-Martin (1997) et Hall et Jones (1999) sur l'introduction d'une variable  $z$  représentant les institutions.

---

Camic et Hodgson (2010, 2011) aux « nouveaux institutionnalistes » tels que Coase, North et Williamson, Hodgson (1994 et 1996), Boyer (1994) et Hall et Soskice (2001).



Clarke, Keefer et Walsh (2001) ont testé la significativité des variables institutionnelles sur la croissance économique en utilisant des mesures qualitatives des institutions : des mesures de sécurité des droits de propriété et des droits contractuels, des mesures d'encadrement légal et encore des mesures de qualité de la bureaucratie de l'État. Les résultats confirment le rapport de ces variables institutionnelles avec la croissance économique.

### 1.3. LES SNI ET LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

L'approche des SNI souligne le fait que les flux de technologie et d'information entre les personnes, entreprises et institutions sont la clé du processus d'innovation ; l'interaction entre les différents acteurs dans ce processus, entre les utilisateurs et les producteurs de biens intermédiaires et entre les entreprises et les universités, est essentielle à l'innovation (Morgan (1997), Legendijk et Charles (1999)) et le processus d'innovation dépend des institutions qui sont des ensembles d'habitudes, de routines, de pratiques établies, de règles ou de lois régissant les interactions entre les individus, les groupes et les organisations (Edquist et Johnson (1997))<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Le SNI a été utilisé d'abord par Freeman (1987) comme « *a network of Institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies* » ; Lundvall (1992) définit le SNI comme « *the elements and relationships which interact in the production, diffusion and use of new, and economically useful knowledge (...) located within the borders of a nation state* » ; selon Nelson et Rosenberg (1993), les SNI sont des « *systems of organizations supporting R&D that promote the creation and dissemination of knowledge as the main sources of innovation* » ; Patel et Pavitt (1984) les décrivent comme « *the national institutions, their incentive structures and their competencies, that determine the rate and direction of technological learning* » ; Metcalfe (1991) définit les SNI comme des ensembles d'institutions distinctes qui conjointement et individuellement contribuent à la production et à la diffusion des nouvelles technologies et qui fournit le cadre dans lequel les gouvernements forment et mettent en œuvre des politiques visant à influencer le processus d'innovation. Pour une définition plus générale, citons Edquist (1997) pour qui les SNI sont « *all important economic, social, political, organizational, institutional and others factors that influence the development, diffusion and use of innovations* », ou encore Balzat et Hanusch (2004), qui définissent les SNI comme « *historically grown subsystem of the national economy in which various organizations and institutions interact with and influence one another in the carrying out innovative activity* ». Enfin, selon Groenwegen et Steen (2006) les SNI sont « *a layered system with specific logic based on habits and routines* ». Jacobsson et Johnson (2000), Liu et White (2001) et Edquist (2006) énumèrent des activités qui se déroulent au sein des SNI dans les processus d'innovation : la production de R&D, la création de nouvelles connaissances, le renforcement des compétences, la création de nouveaux produits pour le marché, l'articulation avec des exigences de qualité, créant et changeant des institutions et des organisations, le réseau, des activités d'incubation, le financement du processus d'innovation, la fourniture de services de consultant.



Cette approche place l'innovation et les processus d'apprentissage au centre de l'analyse et c'est cet accent qui distingue l'approche des SNI des autres approches qui envisagent le changement technique et l'innovation comme des variables exogènes ; elle adopte une perspective holiste et interdisciplinaire qui permet l'inclusion de mesures organisationnelles, sociales et politiques, intègre une vision historique et évolutionniste, souligne les caractéristiques d'interdépendance et de non-linéarité de l'innovation ; cette approche peut englober l'innovation de produit, des processus et des services intangibles, et encore le rôle des institutions.

La performance des pays au niveau de l'innovation dépend de la manière dont les différents acteurs liés les uns aux autres, comme des éléments d'un système collectif et complexe, créent des connaissances au sein d'un ensemble d'activités qui déterminent le taux de l'apprentissage technologique dans un pays. Les liens entre les différents acteurs, selon l'OCDE (1999), peuvent prendre la forme de recherches conjointes, d'échanges de personnel, de cross-brevets, d'achat des équipements et d'autres canaux. Pour construire des indicateurs pour la compréhension de ces différents types de flux de connaissances, l'OCDE est engagée dans l'identification des liens institutionnels, des flux de ressources humaines, des clusters industriels et des entreprises innovatrices mais comme nous l'avons vu dans l'introduction générale ce sujet est à l'ordre du jour pour les recherches de l'avenir.

Cependant, il y a d'autres méthodes empiriques pour étudier les SNI : par exemple, la méthode utilisée par Lundvall (2007). Ce dernier déplace son analyse du micro au macro et retourne au micro. Son modèle commence à partir de faits stylisés et examine ce qui a lieu au sein des entreprises. Après, l'auteur analyse l'interaction entre les entreprises pour expliquer les différences internationales en raison des spécificités du système national d'éducation, des marchés du travail, des marchés financiers, des régimes de protection sociale et intellectuelle. Ensuite, l'auteur retourne au niveau des entreprises et des réseaux afin d'expliquer la spécialisation, la compétitivité et la croissance de la performance d'une économie.

La majorité des études existantes sur les SNI basées sur des comparaisons internationales analyse les spécificités des systèmes nationaux d'éducation, les marchés



du travail, les marchés financiers et les régimes de propriété intellectuelle (Balzat et Hanusch (2004)).

Sur la base de la taxonomie des recherches empiriques des SNI, il existe des études « *policy-oriented* » qui visent à identifier les meilleures pratiques avec un manque de vision systémique, comme les études de Eichhorst et al. (2001), Polt et al. (2001) et OCDE (1998) ; il y a également des études « *research oriented* » sur les pays développés avec des indicateurs de l'innovation et des numéros index (ce sont des modèles descriptifs et analytiques qui donnent au concept de SNI une dimension opérationnelle) comme ceux de Liu et White (2001), Porter et Stern (2002). Concernant les pays à revenu moyen, il existe des analyses qui évaluent la pertinence du concept des SNI comme celui de Freeman (1999).

Freeman (1995, 2000) et Lundvall (2006) identifient plusieurs pistes potentielles pour développer et approfondir l'approche SNI, à savoir par exemple, une combinaison plus claire et explicite de l'approche des SNI et de la croissance économique. Celle-ci est aussi l'idée exprimée par Teixeira (2013). Dans ce sens, le modèle de la « National Innovative Capacity » (NIC) de Furman et al (2002) est considéré comme l'un des importants piliers au sein des analyses des SNI car cette approche fait le pont parmi la théorie de la croissance endogène et l'approche de la vision systémique de l'innovation.

En accord avec Sornn-Friese (2000), les futures recherches sur les SNI devraient être plus concernées par l'identification des institutions qui influencent positivement l'innovation et la performance économique. La pensée systémique fondée sur les SNI conduit à une vision différente de la façon dont les gouvernements peuvent stimuler la performance et l'innovation d'un pays (Nelson et Romer (1996), De Liso (2006), Shariff (2006), Kline et Rosenberg (1986), Groenewegen Steen (2006), Lundvall (2007)) où les entreprises, les universités et les autres organisations de recherche publiques sont impliquées dans l'éducation, dans la formation, dans la science et dans la technologie. Les études sur les SNI révèlent que le secteur de la recherche publique peut être plus important, en tant que source indirecte de production de la connaissance que comme une source directe dans la découverte scientifique et technique.

Les politiques publiques sous l'approche SNI sont nécessaires pour surmonter les défaillances systémiques, et ces politiques sont des politiques qui promeuvent les réseaux (soulignent le rôle des activités de recherche conjointe, les régimes de recherche et technologiques en partenariats avec le gouvernement, les co-brevets, les co-publications et la mobilité des ressources humaines, mettent en œuvre les règles de propriété intellectuelle, les politiques du marché et du travail et des infrastructures technologiques) et l'amélioration des capacités des entreprises en ce qui concernent leurs capacités d'absorption.

Les interventions en termes de politiques publiques des SNI peuvent être considérées comme des façons différentes d'encourager l'apprentissage interactif entre les sous-ensembles du système. Alors, l'action publique se justifie pour surmonter l'imperfection du système d'innovation quand les éléments essentiels dans le système n'existent pas ou quand ces liaisons et les flux des connaissances ne fonctionnent pas.

Nous avons choisi la nouvelle théorie QH car cette théorie décrit une nouvelle réalité économique au sein des SNI, où l'innovation est considérée comme le résultat de la co-création entre les entreprises, les citoyens, les universités et le gouvernement, dans un contexte caractérisé par l'existence des partenariats, de réseaux de collaboration et de relations symbiotiques. La structure économique d'un pays repose sur quatre hélices – d'un côté, l'académie et les infrastructures technologiques, de l'autre, les entreprises, le gouvernement et finalement la société civile – et la croissance économique est gérée par la création des unités productives différenciées qui interagissent les unes avec les autres et se complètent mutuellement en produisant des innovations permanentes (Carayannis et Campbell (2006, 2009a, 2009b), Arnkil et al. (2010), MacGregor et al. (2010)).

Par la suite, nous allons développer un modèle qui relie ces quatre piliers et chercher sur le plan analytique leurs interactions et leur impact conjoint sur la croissance économique. Nous allons établir un nouveau « pont » entre les théories de la croissance endogène et l'approche systémique de l'innovation présentée par la théorie QH.

### 1.3.1 CLIQ- CREATING LOCAL INNOVATION THROUGH QUADRUPLE HELIX

Ce projet européen, au sein du programme Interreg IVC et sous la direction de Jyväskylä (Finlande) s'est intéressé au sujet de la théorie QH et a inspiré cette thèse.

Ce projet, avec seize partenaires de dix pays (Allemagne, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hollande, Italie, Portugal, Royaume-Uni, et Suède) dans sa majorité des villes de moyenne dimension, des centres technologiques, des universités et des chambres de commerce, pendant la période 2008-2012, a enrichi les pratiques des autorités locales et régionales à travers la création d'outils et le transfert de bonnes pratiques afin de rendre plus efficace leur soutien à l'innovation.

Ce projet a été développé à la lumière de la « Stratégie 2020 » pour une croissance intelligente, inclusive et soutenable où la notion Triple Helix est devenue rapidement obsolète en particulier en raison de la notion « open innovation » car l'action publique apparaît comme incontournable pour surmonter l'imperfection des systèmes d'innovation.

Ce projet a produit des recommandations en termes de politique publique. Plus de vingt bonnes pratiques ont été ainsi publiées. Ce projet pilote a permis de renforcer l'interaction parmi les différentes hélices d'innovation.

Il a été aussi produit un guide d'utilisation pour les bonnes pratiques et quelques instruments pour atteindre le succès sous le schéma QH : à ce niveau, certains sujets ont été traités comme, par exemple, « faciliter la participation de la société civile », « communiquer l'innovation », « soutenir l'accès à des instruments financiers », « avoir des infrastructures et des services spécialisés au niveau technologique », « développer des connaissances et des compétences » et « produire des politiques et réguler ». Le *blueprint*, un autre produit de ce projet, rend compte de l'environnement parfait pour l'innovation et la croissance au sein de la théorie QH <sup>17</sup>

Ont été réalisés une étude de *benchmarking*, des travaux scientifiques sur le QH et encore un manuel avec des orientations de politique avec lesquels nous avons collaboré en tant que partenaire.

---

<sup>17</sup> Disponible sur le site de mimeo <http://www.youtube.com/watch?v=9VoJ3w5ecsw>



Les conclusions pratiques de ce projet qui ont été présentées à la Commission européenne au mois de septembre de 2012 sont les suivantes :

1. Il y a un besoin réel d'améliorer et d'élargir le concept triple hélix, qui ne peut plus servir de cadre à la nouvelle pensée et aux nouveaux concepts de l'économie de l'innovation pour permettre d'intensifier l'activité d'innovation.

2. Il y a plusieurs moyens pour le faire, il n'y a pas seulement une bonne réponse ou une seule solution pour tous les pays. Le quadruple hélix signifie différentes choses dans des contextes différents. C'est plutôt un concept d'espace continuum et non un concept fixe.

3. Indépendamment de la méthode utilisée, l'important est la façon dont nous communiquons et comment nous incluons et motivons les *groups target*. Motiver prend du temps mais nous attendons toujours des résultats intéressants. Optimisme, créativité et dialogue sont des actions importantes pour aboutir au succès.

4. Avoir des propositions et des solutions est difficile et il faut définir des méthodes spéciales pour effacer le « *spam* » afin d'obtenir les meilleures solutions/propositions.

5. Les résultats de l'innovation au sein de la méthodologie QH sont radicalement nouveaux et peuvent concerner aussi bien une petite amélioration dans le dessin du produit que la mise en place d'un nouveau système complexe de services. Il est, cependant, impossible de les anticiper et de prévoir dans un contexte d'innovation ouverte.

6. Le quadruple hélix permet une innovation plus inclusive mais toujours ouverte, ce qui entraîne la participation de la société civile dans l'innovation, ce qui est vital et important pour obtenir une transparence dans les services publics.

7. Une innovation plus inclusive est définie par une meilleure coopération et des réseaux plus accessibles pour exploiter des collaborations. Développer ces réseaux demande un investissement en temps et en effort, avec toujours des retours importants. Généralement, les régions qui ont sur place un schéma QH sont celles les mieux dotées en infrastructures technologiques. Ces infrastructures ont un rôle important dans la dynamisation des systèmes d'innovation et dans la promotion de l'interaction parmi les différentes hélices d'innovation.

8. Outre le développement des connaissances et des compétences et le besoin de changer de méthode de travail, l'élaboration d'un système QH est un défi pour plusieurs raisons car donner du pouvoir à la société change le rôle des « joueurs » et les règles du jeu.



**CHAPITRE 2**

**CONSTRUCTION D'UN MODELE THEORIQUE DE  
CROISSANCE ÉCONOMIQUE AVEC DES DEPENSES  
PUBLIQUES PRODUCTIVES POUR LA THEORIE  
« QUADRUPLE HELIX »**



## INTRODUCTION

Nous allons développer un modèle de croissance économique basé sur la Recherche et Développement (R&D) avec des dépenses publiques productives, pour illustrer la théorie QH fondée sur le concept de l'interaction des quatre hélices : l'académie et l'infrastructure technologique, l'entreprise et l'industrie, le gouvernement et la société civile. Notre objectif est de comprendre la véritable interaction parmi ces quatre hélices c'est-à-dire parmi ces acteurs de l'innovation, et notamment le rôle des infrastructures technologiques sur la croissance économique. Le modèle que nous allons construire confirme théoriquement que : l'augmentation (i) des complémentarités parmi les différentes unités productives et (ii) des dépenses productives des gouvernements, conduisent à une croissance économique plus élevée et durable.

### 2.1. LA THEORIE « QUADRUPLE HELIX »

Souhaitant contribuer à l'enrichissement de la littérature sur les SNI, nous allons développer un modèle de croissance de R&D avec des dépenses publiques productives, afin d'établir un encadrement théorique pour le concept QH.

Aujourd'hui, la nature de l'innovation a fortement évolué depuis l'ère industrielle (OCDE (2009)) où l'innovation correspondait à des développements technologiques réalisés par des experts dans des instituts de recherche au sein d'un environnement caractérisé par une culture du secret.

Actuellement, l'innovation consiste en toutes les activités qui créent de la valeur en apportant des solutions nouvelles à des problèmes concrets. L'innovation est considérée comme le résultat de la co-création entre les différents acteurs dans un contexte de réseaux de collaboration. La théorie QH décrit cette nouvelle réalité économique.

Le QH est un développement de la théorie Triple Helix (TH) de l'innovation (Etzkowitz et Leydesdorff (2000), Etzkowitz et Klofsten (2005)). Considérant le fait que la triple hélice n'est pas une condition suffisante ni la condition nécessaire pour la



croissance et pour aboutir à l'innovation de long terme, un nouveau courant apparaît, en ajoutant au TH, une quatrième hélice au système d'innovation : la société civile. Ainsi, nous aboutissons à la théorie QH (Liljemark (2004) et Khan et Al-Ansari (2005)). Dans cette perspective, Barroso (2010) a écrit que la croissance des économies modernes exige une coordination entre tous les agents économiques, y compris les partenaires sociaux et la société civile. Eriksson et al. (2006) sont bien d'accord sur le fait que l'innovation est dirigée par les utilisateurs. Ces utilisateurs, la société civile, sont les coproducteurs de l'innovation, et leur rôle est aussi important que celui des institutions de recherche, du gouvernement et des entreprises.

Selon la théorie QH, la structure économique d'un pays repose sur quatre hélices – d'un côté, l'académie et les infrastructures technologiques, de l'autre les entreprises, le gouvernement et finalement la société civile – et la croissance économique est gérée par la création d'unités productives différenciées qui interagissent les unes avec les autres et se complètent mutuellement en produisant des innovations permanentes (cf. Carayannis et Campbell (2006, 2009a, 2009b), Arnkil et al. (2010) ; MacGregor et al. (2010)).

Souhaitant illustrer théoriquement le rôle important des quatre hélices sur la croissance économique, nous allons développer un modèle qui relie ces quatre piliers et nous allons chercher leurs interactions et leur impact conjoint sur la croissance économique.

En supposant une structure avec un seul secteur, le modèle QH que nous proposons montre que toute la société est impliquée dans l'innovation qui résulte de la co-création entre les quatre hélices liées par des réseaux.

Les innovations sont matérialisées par des unités spécialisées de production – les infrastructures technologiques et l'académie et les entreprises - qui interagissent et se complètent, au sein d'une culture de coopération et de partage des connaissances (Carayannis et Campbell (2006, 2009a, 2009b), Arnkil et al. (2010), MacGregor et al. (2010)).

Les infrastructures technologiques sont des infrastructures de R&D. Ces infrastructures créent des réseaux, des partenariats et des associations pour développer la R&D, et vendre des biens et services techniques (Etzkowitz et Leydesdorff (2000)).



Comme l'a soutenu Powell et Grodal (2005), les infrastructures technologiques sont également cruciales dans la décodification des connaissances tacites et permettent donc le transfert des connaissances à travers des réseaux.

Les gouvernements fournissent le soutien financier et le système de régulation afin de promouvoir la création de liens entre les universités et les entreprises (parcs scientifiques, incubateurs d'entreprises et autres institutions de liaison).

La société civile participe à l'économie par la production, contribuant à l'innovation et exigeant une qualité de plus en plus élevée concernant les biens et services.

Dans cette nouvelle ère que l'on peut qualifier de « nouvelle innovation », la concurrence uniquement par la technologie est devenue de plus en plus difficile car aucun agent ne peut innover seul car il ne dispose pas de toutes les ressources. L'interdépendance des institutions est le résultat des économies émergentes d'innovation (OCDE (2009)). Les entreprises veulent encore maximiser leurs profits, mais la société est passée de la culture du secret à celle du partage.

Le concept de complémentarité (cf., par exemple, Matsuyama (1995)) semble donc parfait pour illustrer cette nouvelle ère de l'innovation où tous bénéficient de l'interaction, de la coopération et du partage des connaissances. Par conséquent, et selon Thompson (2008), nous supposons l'existence de complémentarités entre toutes les entités qui contribuent à un niveau intermédiaire à la production d'un bien final - infrastructures technologiques, académie et entreprises - qu'on appellera des Unités Intermédiaires de Production (UIPs).

Aussi, nous incluons également les coûts d'investissement dans l'innovation, à la manière de Thompson (2008).

Le rôle du gouvernement consiste à faire des dépenses publiques productives dans les domaines de l'éducation et la santé, dans les infrastructures technologiques, dans les services, dans l'innovation et à définir la régulation et la gouvernance des États, ce qui augmente la productivité de tous les inputs. Nous utiliserons la spécification des dépenses du gouvernement proposée par Barro (1990a).

La société civile est engagée dans la production et dans l'innovation et elle a un rôle dans la demande, elle est du côté de la consommation au sein de notre économie ; les

citoyens (la société civile) souhaitent consommer de l'innovation, des nouvelles connaissances, des technologies et des produits et services, sous la forme d'un produit final (la production totale) Z.

Le modèle que nous allons présenter comporte une deuxième contribution scientifique sur le plan théorique dans le sens où il s'agit d'un modèle de croissance de R&D basé sur des dépenses publiques productives, qui, selon Irmen et Kuehnel (2009), est nouveau au sein de la littérature des dépenses publiques et de la croissance économique.

Le reste du chapitre est organisé de la manière suivante : la section 2.2 décrit le modèle et ses principaux résultats ; et enfin dans la section 2.3, nous effectuerons quelques remarques finales pour conclure ce chapitre.

## **2.2. SPECIFICATIONS ET RESULTATS DU MODELE**

Les « systèmes d'innovation » constituent des environnements dans lesquels une variété d'organisations publiques et privées – le gouvernement, les universités et les centres de recherche, les milieux d'affaires, et des organismes de financement - collaborent et rivalisent entre eux, engendrant de l'innovation à travers l'interaction des connaissances et de l'information, des ressources humaines, du capital financier et des institutions (Carayannis et Campbell (2009a)).

Les éléments qui participent à la notion QH sont alors l'académie et l'infrastructure technologique, les entreprises, le gouvernement et la société civile.

Les processus d'innovation ne sont pas faciles à définir ni à gérer. Selon la dernière version du *Manuel d'Oslo* (OCDE (2005)), la définition stricte de l'innovation est difficile à atteindre en raison de la complexité des processus d'innovation et des différentes façons dont ils peuvent se produire en fonction des types d'entreprises et d'industries. En règle générale, l'académie joue un rôle important comme source de connaissances et de technologies ; de plus, les relations université-industrie peuvent être difficiles à gérer pour les entreprises. En effet, de nouveaux champs de connaissance scientifique émergents, tels que la Bio-Nano-TIC offrent des opportunités commerciales

nouvelles mais en même temps, posent des problèmes d'interaction importants entre les différentes entités ou acteurs impliqués.

Selon Yawson (2009), avant les années 2000, le SNI était formé par un ensemble d'institutions, qui, conjointement ou individuellement ont contribué au développement et à la diffusion des nouvelles technologies, et le gouvernement des pays avait mis en œuvre des politiques pour influencer les processus d'innovation. Toutefois, dans les années 2000, plusieurs nouveaux concepts concernant les systèmes d'innovation ont été créés, tels les « réseaux mondiaux de la valeur ajoutée et de l'innovation », les « écosystèmes d'innovation », les « clients » et les « utilisateurs », la « pensée systémique » et « l'innovation durable » ; les concepts triple helix et quadruple helix d'innovation sont apparus pour illustrer le processus de co-création dans le processus d'innovation.

West et Farr (1989), p. 16, définissent l'innovation comme « [...] *intentional introduction and application within a role, group or organization of ideas, processes, products or procedures, new to the relevant unit of adoption, designed to significantly benefit role performance, the group, the organization or the wider society* ».

Pour Johnson (1992), l'innovation est un processus continu et cumulatif impliquant non seulement l'innovation radicale et incrémentale, mais aussi la diffusion, l'absorption et l'utilisation de l'innovation.

Nous voulons prendre et illustrer une telle définition d'innovation et mettre en évidence que cette nouvelle nature de l'innovation est essentielle pour une croissance économique intelligente, inclusive et durable (en accord avec la Stratégie Europe 2020). Ainsi, le modèle présenté porte sur l'hypothèse que toute la société est acteur du processus d'innovation, c'est-à-dire que nous spécifions une structure à un secteur dans lequel l'innovation est entreprise avec la même technologie que celle de l'industrie, par toute la société. Les innovations sont matérialisées en biens et services intermédiaires (inputs). Le produit final (production globale) est produit en utilisant du travail, des dépenses publiques et tous les inputs. Chaque unité physique d'input est produite par les entreprises et les infrastructures technologiques, l'université et par l'industrie.

Le modèle doit être compris dans une perspective circulaire : tous les biens existants et les services intermédiaires sont utilisés pour produire la production globale. À son tour, la production totale peut être soit consommée soit investie. L'investissement correspond à des dépenses d'investissement et à l'accumulation de capital physique qui est nécessaire pour produire plus de biens intermédiaires et services et innover davantage ; c'est de cette manière que l'économie croît.

### 2.2.1. COTE PRODUCTION – COURBE DE LA TECHNOLOGIE

Il y a un bien final,  $Y(t)$ , produit avec la force de travail constante (société civile),  $L(t)$ , avec des dépenses publiques,  $G(t)$ , et avec des inputs (biens intermédiaires et services),  $x_i(t)$ , et avec un nombre  $A(t)$  d'unités productives intermédiaires  $i$  ( $i = 0 \dots A$ ). Chaque unité productive intermédiaire est associée à une innovation  $i$ . Les innovations produites sont le résultat de la co-création entre l'université et les infrastructures technologiques, le gouvernement, les entreprises et la société civile dans le cadre d'un seul secteur.

#### 2.2.1.1. DEPENSES DU GOUVERNEMENT (PUBLIQUES)

Le rôle du gouvernement dans cette économie et dans notre « système d'innovation » consiste à fournir un bien public pur sous la forme de dépenses publiques dans l'éducation, dans la santé, en infrastructures, en services technologiques et d'innovation et dans la régulation - ce qui augmente la productivité de tous les inputs dans la même mesure. Donc, et en considérant le modèle de Barro (1990a), nous supposons que les dépenses productives du gouvernement sont une variable flux. Pour tout  $t$ , le flux des dépenses courantes de l'État,  $G(t)$ , est une fraction constante de l'output courant,  $Y(t)$  :

$$G(t) = \tau Y(t), \quad 0 < \tau < 1. \quad (1)$$

Le budget du gouvernement est équilibré sur toutes les périodes. En supposant, par simplification, que la dette publique est nulle et que les taxes à la consommation le sont également, la contrainte budgétaire du gouvernement est alors la suivante :



$$G(t) = T(t) = \tau Y(t). \quad (2)$$

Dans l'équation (2),  $T(t)$  sont des impôts, c'est-à-dire le revenu total du gouvernement à un moment  $t$ .

### 2.2.1.2. LES UNITES INTERMEDIAIRES DE PRODUCTION (UIPS)

Nous supposons que l'académie, les infrastructures technologiques et les entreprises ont un rôle identique dans la production de cette économie. Elles constituent les unités intermédiaires de production (UIPs)  $i$  ( $i = 0 \dots A$ ), et contribuent à la production de l'output,  $Y(t)$ , à travers la production des inputs physiques  $x_i(t)$ .

Dans le but de saisir les effets de synergie qui sont produits par et parmi l'interaction des unités intermédiaires de production existantes aux systèmes d'innovation (Carayannis et Campbell (2006, 2009a)), nous supposons qu'il existe des complémentarités entre les UIPs. Matsuyama (1995), par exemple, considère ces complémentarités comme une marque des économies industrialisées, marque essentielle pour expliquer la croissance économique, les cycles économiques et le sous-développement des pays. De plus, comme Thompson (2008), en s'appuyant sur les travaux de Evans et al. (1998), nous précisons que les inputs des UIPs introduisent la complémentarité dans la fonction de production  $Y(t)$ .

### 2.2.1.3. BIEN FINAL

La fonction de production pour  $Y(t)$  est la suivante :

$Y(t) = L(t)^{1-\alpha-\beta} G(t)^\beta \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^\phi$ , où en remplaçant  $G(t)$  pour son équivalent selon l'équation (1) devient :

$$Y(t) = \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L(t)^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^{\frac{\phi}{1-\beta}}, \quad \gamma\phi = \alpha, \quad \frac{\phi}{1-\beta} > 1. \quad (3)$$

Dans l'équation (3), le paramètre de restriction  $\gamma\phi = \alpha$  est imposé pour maintenir et préserver l'homogénéité de degré un, et l'hypothèse  $\frac{\phi}{1-\beta} > 1$  est faite de telle sorte que les inputs  $x_i$  des UIPs sont complémentaires entre eux, c'est-à-dire au fur et à mesure qu'il y a une augmentation de la quantité d'un input, la productivité marginale des autres inputs augmente.

En supposant que cela prend une unité de capital physique  $K(t)$ , pour produire une unité physique d'input de l'UIP,  $K(t)$  sera lié aux inputs  $x_i(t)$  par la règle suivante :

$$K(t) = \int_0^{A(t)} x_i(t) di. \quad (4)$$

#### 2.2.1.4. L'INNOVATION

Une innovation est une solution ou un projet pour un problème précis qui conduit à la production d'un bien ou service technologique ou non technologique.

Nous souhaitons reprendre l'idée que l'ensemble de la société est impliquée dans le processus de l'innovation. En effet, en accord avec Florida (2002), nous pensons que la créativité vient des personnes qui sont les ressources essentielles des économies modernes.

La participation de la société civile dans le processus d'innovation est devenue possible en raison du développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (Ginevicius et Korsakiene (2005)) permettant aux individus d'être plus actifs dans la société.

Comme Rivera-Batiz et Romer (1991), nous considérons une économie avec un secteur où l'innovation est produite avec la même technologie qui crée à son tour le bien final et les inputs des unités intermédiaires productives. On suppose de plus que l'innovation  $i$  exige  $P_A i^\xi$  unités d'output, où  $P_A$  est le coût fixe d'une nouvelle innovation dans le design des unités d'output avancé, et  $i^\xi$  représente le coût



additionnel de l'innovation  $i$  en termes d'output avancé, traduisant un coût d'innovation plus élevé pour les innovations indexées les plus élevées. En accord avec Evans et al. (1998), ce coût supplémentaire est introduit pour éviter une croissance explosive.

On va retenir l'argument d'Anagnostopoulou (2008) selon lequel les dépenses d'innovation sont spécifiées comme une partie des dépenses d'investissement dans le capital total. Sans dépréciation et par simplification, l'investissement total à chaque période  $\dot{W}(t)$  sera égal à l'accumulation du capital physique  $\dot{K}(t)$  plus les dépenses en innovation  $P_A(t)\dot{A}(t)^\xi$ :

$$\dot{W}(t) = \dot{K}(t) + P_A(t)\dot{A}(t)^\xi. \quad (5)$$

En prenant l'équation (5), il s'ensuit que le capital total  $W(t)$  est égal au capital physique plus le capital d'innovation :

$$W(t) = K(t) + P_A \frac{A(t)^{\xi+1}}{\xi+1}. \quad (6)$$

où la productivité marginale du capital total est constante.

Il sera plus tard démontré, que dans un sentier de croissance équilibré,  $Y$  et  $W$  vont croître au même taux, ce qui signifie qu'on peut écrire l'output agrégé comme une fonction linéaire du capital total :

$$Y(t) = BW(t), \quad (7)$$

Où  $B$ , la productivité marginale du capital total, est constante à l'équilibre BGP (Balanced-Growth Path).

### 2.2.1.5. L'INVESTISSEMENT ONEREUX

En accord avec Benavie et al. (1996) et Romer (1996), notre modèle prévoit des coûts d'investissement. Comme Thompson (2008), on suppose que l'investissement dans le capital total  $W(t)$  a des coûts internes, ce qui signifie que pour installer  $I(t) = \dot{W}(t)$  nouvelles unités du capital total, il faut dépenser une valeur qui est donnée par l'équation suivante :

$$J(t) = I(t) + \frac{1}{2} \theta \frac{I(t)^2}{W(t)}, \quad (8)$$

Dans l'équation (8),  $C(I(t), W(t)) = \frac{1}{2} \theta \frac{I(t)^2}{W(t)}$  représente le coût d'installation de Hayashi (1982), avec  $\theta > 0$  pour le paramètre du coût d'ajustement.

Pour terminer ce modèle à un seul secteur, la contrainte budgétaire de cette économie est donnée par l'équation (9) :

$$I(t) + \frac{1}{2} \theta \frac{I(t)^2}{W(t)} = Y(t) - G(t) - C(t). \quad (9)$$

Le taux d'investissement d'équilibre maximise la valeur actuelle du flux de trésorerie. La valeur actuelle de L'*hamiltonien* est donc :

$$H(t) = BW(t) - I(t) - \frac{1}{2} \theta \frac{I(t)^2}{W(t)} + q(t)I(t), \quad (10)$$

où  $q(t)$  est la valeur de marché du capital et la condition transversale pour optimiser ce problème est :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-rt} q(t)W(t) = 0.$$

et  $r$  représentant le taux d'intérêt réel.

Nous allons résoudre ce modèle pour une solution particulière, le BGP, pour laquelle les taux de croissance sont constants. On va supprimer l'argument du temps à partir de ce moment-là, pour éviter des confusions. Etant donné que le taux de croissance de l'output est  $g_Y = g_W = \frac{I}{W}$ , la condition de première ordre devient,  $\frac{\partial H}{\partial I} = 0$  et est équivalente à :

$$q = 1 + \theta g, \quad (11)$$

ce qui signifie que, dans une solution de sentier de croissance équilibrée,  $q$  est constant.

L'équation de *co-state*,  $\frac{\partial H}{\partial W} = rq - \dot{q}$  est équivalente à :

$$\dot{q} = rq - \left( B + \frac{1}{2} \theta g^2 \right),$$

ce qui, dans une solution de sentier de croissance équilibrée, devient :

$$q = \frac{B + \frac{1}{2} \theta g^2}{r}, \quad (12)$$

ce qui impose un taux d'intérêt constant  $r$ .

Nous allons maintenant construire la courbe de la technologie. Les producteurs des biens finaux sont *price takers* dans le marché des inputs. À l'équilibre, ils fixent le taux de rente pour chaque input selon sa productivité marginale. La courbe de demande pour chaque UIP est donnée par :

$$\frac{\partial Y(t)}{\partial x_j(t)} = R_j(t) = \frac{\alpha}{1-\beta} \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L(t)^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} x_j(t)^{\gamma-1} \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^{\frac{\phi}{1-\beta}-1}. \quad (13)$$

Retournons maintenant aux décisions de production des UIPs : une fois inventée, la production physique de chaque unité d'input spécialisé a besoin d'une unité de capital. À chaque période, l'UIP monopolistique maximise les profits, étant donnée la courbe de demande pour ce bien :

$$\max_{x_j(t)} \pi_j(t) = R_j(t)x_j(t) - r q x_j(t),$$

ce qui amène à la règle *markup* :

$$R_j = \frac{rq}{\gamma}. \quad (14)$$

Au moment  $t$ , pour rentrer dans le marché et produire l'unité d'input *Ath*, une UIP doit dépenser un coût d'innovation donné par  $P_A A(t)^\xi$ , où, comme nous l'avons déjà affirmé auparavant,  $P_A$  est le coût fixe d'une nouvelle innovation, traduite par des unités d'output avancé, et  $i^\xi$  représente le coût additionnel d'un brevet  $i$  en termes d'output. À nouveau, la condition dynamique et sans profit de l'UIPs est  $P_A A(t)^\xi = \int_t^\infty e^{-r(\tau-t)} \pi_j(\tau) d\tau$ , laquelle est équivalente à :

$$\xi g_A = r - \frac{\pi_j}{P_A A^\xi}. \quad (15)$$

La symétrie du modèle conduit à  $R_j(t) = R(t)$ ,  $x_j(t) = x(t)$  et  $\pi_j(t) = \pi(t)$ , donc  $R(t)$  est réécrite comme suit :

$$R = \Omega_R A^{\frac{\phi-1+\beta}{1-\beta}} x^{\frac{\alpha-1+\beta}{1-\beta}}, \quad (16)$$

où  $\Omega_R = \frac{\alpha}{1-\beta} \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}}$  est une constante. Les profits  $\pi(t) = (1-\gamma)R(t)x(t)$  sont égales à :

$$\pi = \Omega_\pi A^{\frac{\phi-1+\beta}{1-\beta}} x^{\frac{\alpha}{1-\beta}}, \quad (17)$$

où  $\Omega_\pi = (1-\gamma)\Omega_R$ , et  $x$  sont :

$$x = A^\xi \left( \frac{\Omega_R}{R} \right)^{\frac{1-\beta}{(1-\beta)-\alpha}}, \quad (18)$$

où nous allons imposer un paramètre de restriction  $\xi = \frac{\phi-(1-\beta)}{(1-\beta)-\alpha}$ , et donc nous pouvons obtenir la solution d'équilibre BGP (cf. Evans et al. (1998)).

Dans un sentier de croissance équilibré, le taux d'intérêt et le « *shadow-value of capital* » sont constants et correspondent donc à  $R$ . Partant de l'expression (16), nous devons aboutir à :

$$\left( \frac{\phi-1+\beta}{1-\beta} \right) g_A = - \left( \frac{\alpha-1+\beta}{1-\beta} \right) g_x, \text{ donc :}$$

$$g_x = \xi g_A, \quad \xi = \frac{\phi-(1-\beta)}{(1-\beta)-\alpha}.$$

La symétrie implique aussi que l'équation (4) soit simplifiée par  $K = Ax$ , ce qui veut dire que, le capital physique croît au taux  $g_K = (1+\xi)g_A$ . De même, la fonction de production (3) devient :

$$Y = \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} A^{\frac{\phi}{1-\beta}} x^{\frac{\alpha}{1-\beta}}, \quad (19)$$

laquelle avec différentiation en ordre au temps donne le taux de croissance de l'output

suisant :  $g_Y = \left( \frac{\phi + \alpha \xi}{1 - \beta} \right) g_A = (1 + \xi) g_A$ , permettant de changer l'équation (15) en

$$g_Y = \frac{1 + \xi}{\xi} \left( r - \frac{\Omega_Y}{R^{\frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}}} \right), \quad \Omega_Y = \frac{(1-\gamma)}{P_A} \Omega_R^{\frac{1-\beta}{(1-\beta)-\alpha}} \quad (20)$$

L'équation (20) est notre équation de la technologie, et les paires  $(r, g)$  déterminent l'équilibre BGP du côté production de cette économie.

### 2.2.2. COTE CONSOMMATION – L'EQUATION D'EULER

La société civile dans ce modèle contient tous les citoyens de cette économie, en supposant qu'ils vivent infiniment et qu'ils soient homogènes, bien informés et cultivés. Ils souhaitent consommer l'innovation, de nouvelles connaissances, de la technologie, des produits et des services, tous agrégés sous la forme de bien final,  $Y(t)$ , dont la production exige l'innovation.

De façon analytique, on peut adopter une spécification « standard » pour la consommation inter-temporelle. La société doit résoudre un problème inter-temporel d'optimisation, c'est-à-dire qu'elle maximise, sous une contrainte budgétaire, la valeur décomptée de leur utilité représentative :

$$\max_{C(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{C(t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} dt \quad (21)$$

$$s.t. \quad \dot{E}(t) = rE(t) + w(t) - C(t), \quad (22)$$

où la variable  $C(t)$  est la consommation de  $Y(t)$  à la période  $t$ ,  $\rho$  est le taux de préférence du temps, et  $\frac{1}{\sigma}$  est l'élasticité de substitution de la consommation entre deux périodes du temps. La variable  $E$  représente le total des actifs,  $r$  est le taux d'intérêt,  $w$  est le taux de salaire, et on suppose que les ménages dépensent une unité de travail par unité

de temps. La condition de transversalité est donnée par :  $\lim_{t \rightarrow \infty} \mu(t)E(t) = 0$ , où  $\mu(t)$  est le prix des actifs.

Les décisions de consommation de la société civile sont données par l'équation connue d'Euler :

$$g_c = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma}(r - \rho). \quad (23)$$

### 2.2.3. L'ÉQUILIBRE GENERAL

#### 2.2.3.1. LA SOLUTION ANALYTIQUE

En faisant une différentiation en ordre au temps de l'équation de l'investissement (5), nous concluons que  $W$  croît au même taux de  $Y$  :

$$\frac{\dot{W}}{W} = \frac{\dot{K}}{K} \frac{K}{W} + \frac{\dot{A}}{A} \frac{A^{1+\xi}}{W} P_A,$$

c'est-à-dire :

$$g_w = (1 + \xi)g_A$$

Après, la contrainte budgétaire de l'économie (9) donne l'information suivante : un taux de croissance constant de  $W$  implique que la consommation croît au même taux de croissance de l'output. En effet :

$$\dot{W} = Y - G - C - \frac{1}{2}\theta \frac{I(t)^2}{W(t)},$$

est équivalente à :

$$g_w = \frac{Y}{W} - \frac{G}{W} - \frac{C}{W} - \frac{1}{2}\theta g^2.$$

Selon l'équation (24), une constante  $g_w$ , a besoin de  $\left(\frac{\dot{Y}}{W}\right) = \left(\frac{\dot{G}}{W}\right) + \left(\frac{\dot{C}}{W}\right)$ , où  $G$  et  $W$  croissent selon le même taux que  $Y$  et donc  $C$  va également en faire de même. Avec le travail constant, le taux de croissance *per capita* est donné par :

$$g_c = g_Y = g_K = g_w = g = (1 + \xi)g_A.$$

La solution de l'équilibre général est obtenue après résolution d'un système à deux équations, (20) et (23), en ordre à deux variables inconnues :  $r$  et  $g$ . En reprenant l'équation (11), le système à résoudre s'écrit comme suit :

$$\begin{cases} g = \frac{1}{\sigma}(r - \rho) \\ g = \frac{1 + \xi}{\xi} \left[ r - \frac{\Omega}{(r + r\theta g)^{\frac{\alpha}{1-\beta}}} \right], \end{cases} \quad r > g > 0, \quad (25)$$

$$\text{où } \Omega = \gamma^{\frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}} \frac{(1-\gamma)}{P_A} \Omega_R^{\frac{1-\beta}{(1-\beta)-\alpha}}, \text{ et } \Omega_R = \frac{\alpha}{1-\beta} \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}}.$$

Nous allons imposer la restriction  $r > g > 0$  donc : (i) la valeur actuelle sera finie ; et (ii) les solutions ont des taux d'intérêt et des taux de croissance positifs.

L'équation d'Euler (23) est linéaire et de pente positive dans l'espace  $(r, g)$ . Malgré la non-linéarité de l'équation de la technologie, comme nous pouvons voir dans l'appendice, le modèle a une solution unique.

**Proposition** : le modèle d'innovation QH a une seule solution pour  $\sigma > 1$  et  $\Omega^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} > \rho$ .

**Preuve** : nous allons définir deux nouvelles variables et en réécrivant notre système nous pouvons démontrer que le modèle que nous proposons a en effet une seule solution. Les nouvelles variables sont donc :

$$Y = \theta g \quad ; \quad Z = r(1 + \theta g),$$

ce qui nous permet de réécrire le système comme suit :

$$\begin{cases} Z = \frac{\sigma}{\theta} (Y + 1)(Y + \eta) \\ Z^\omega = \frac{\lambda}{Y + \mu} \end{cases}, \quad (26)$$

$$\text{où : } \omega = \frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}, \quad \lambda = \frac{\theta\Omega}{\sigma - \frac{\xi}{1+\xi}}, \quad \mu = \frac{\rho\theta}{\sigma - \frac{\xi}{1+\xi}}, \quad \eta = \frac{\rho\theta}{\sigma}.$$

et les restrictions deviennent :

$$Y > 0 \quad ; \quad Z > \frac{1}{\theta}Y(Y+1).$$

Pour assurer que  $r > g$ , nous imposons  $\sigma > 1$  et donc l'équation d'Euler (23) est au-dessus de la droite à 45°. Cela implique que  $\lambda$ ,  $\mu$  et  $\eta$  sont positives. Ainsi, la première équation réécrite dans le système définit une courbe décroissante  $Y \mapsto Z(Y)$  de  $Z(0) = \left(\frac{\Omega}{\rho}\right)^{\frac{1}{\omega}}$  à  $Z(\infty) = 0$ , et la seconde équation définit une courbe croissante  $Y \mapsto Z(Y)$  de  $Z(0) = \rho$  jusqu'à  $Z(\infty) = \infty$ . En conséquence, le système a une solution unique dans la région  $Y > 0$  si et seulement si  $\Omega > \rho^{\omega+1}$  (ce qui est équivalent à  $\Omega^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} > \rho$ ). La seconde restriction est aussi connue parce que  $Z = \frac{\sigma}{\theta}(Y+1)(Y+\eta) > \frac{1}{\theta}Y(Y+1)$ .

### 2.2.3.2. DES SOLUTIONS NUMERIQUES

En considérant la non-linéarité de la courbe de technologie, nous allons résoudre le système à travers un exemple numérique. Les valeurs des paramètres choisis sont les suivants :

$$\begin{aligned} \sigma &= 2 ; \quad \rho = 0.02 ; \quad \alpha = 0.4 ; \quad \beta = 0.3 ; \quad \gamma = 0.1 ; \\ \phi &= 4 ; \quad \xi = 11 ; \quad L = 1 ; \quad \theta = 3 ; \quad P_A = 15 ; \quad \tau = 0.15 ; \end{aligned}$$

où les valeurs de  $\alpha$  et  $\gamma$  puis consécutivement de  $\phi = \frac{\alpha}{\gamma}$  sont les mêmes que celles utilisées par Evans et al. (1998) dans leur exemple et par conséquent,  $\xi = \frac{\phi - (1-\beta)}{(1-\beta) - \alpha} = 11$

Les valeurs pour les paramètres de préférence  $\sigma$  et  $\rho$  sont en accord avec celles trouvées dans les études empiriques de Barro et Sala-i-Martin (1995). La valeur attribuée au



paramètre  $\tau$  est conforme à celle d'Irmen et Kuehnel (2009). La population est généralement choisie comme valeur unitaire et donc l'idée que la croissance dépend de la dimension de l'économie n'est pas importante, nous négligeons les effets d'échelle présents dans la majorité des modèles de croissance.

Maintenant, nous allons obtenir différentes possibilités de solutions d'équilibre général pour les différents valeurs des paramètres  $\theta$  et  $P_A$ .

Les valeurs choisies pour les paramètres  $\theta$  et  $P_A$ , en harmonie avec celles proposées Whited (1992) et Connolly et Valderrama (2005), sont données dans le tableau 1.

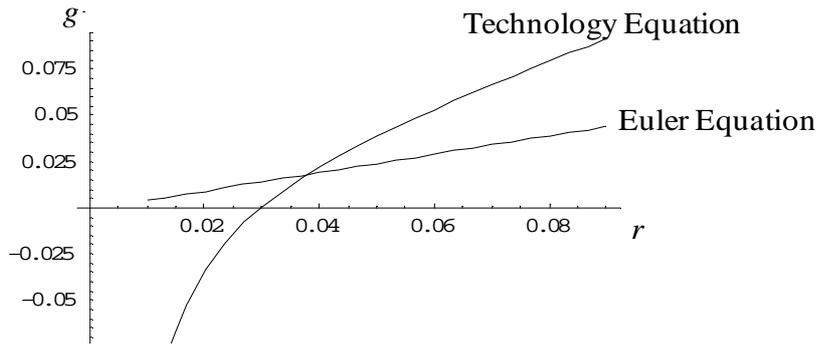
	$P_A = 1$	$P_A = 6$	$P_A = 15$
$\theta = 1.5$	$g = 0.0395$ $r = 0.0811$	$g = 0.0180$ $r = 0.0379$	$g = 0.0117$ $r = 0.0254$
$\theta = 2$	$g = 0.0391$ $r = 0.0802$	$g = 0.0179$ $r = 0.0377$	$g = 0.0117$ $r = 0.0255$
$\theta = 3$	$g = 0.0383$ $r = 0.0787$	$g = 0.0177$ $r = 0.0374$	$g = 0.0116$ $r = 0.0252$

Tableau 1. Solutions de l'équilibre général

Et pour des raisons pratiques, nous allons choisir la combinaison  $\theta = 1.5$  et  $P_A = 6$ , et le système d'équation (25) sera alors :

$$\begin{cases} g = 0.5r - 0.01 \\ g = \left(\frac{12}{11}\right) \left[ r - \frac{0.000283}{(r + 1.5rg)^{\frac{4}{3}}} \right] \end{cases}$$

Le graphique 1, avec  $r$  sur l'axe horizontale et  $g$  sur l'axe vertical, permet d'observer cette économie à l'équilibre stationnaire BGP pour les valeurs des paramètres choisis. Nous pouvons dire encore que pour des valeurs plus élevées de  $\theta$  et  $P_A$  (par exemple  $\theta = 50$  et  $P_A = 100$ ) la configuration du modèle ne change pas significativement.



Graphique 1. General Equilibrium Solution (BGP)

### 2.2.3.3. LES AUTRES RESULTATS

**Corollaire 1 :** en considérant tout le reste constant, une augmentation des complémentarités dans le paramètre,  $\frac{\phi}{1-\beta}$  conduit à une augmentation du taux de croissance de l'équilibre.

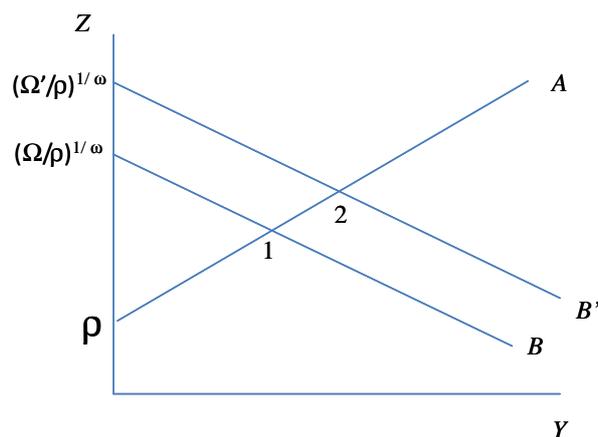
**Preuve :** une augmentation dans  $\frac{\phi}{1-\beta}$  implique une augmentation de  $\alpha$ , puis de  $\Omega$ , donc la courbe (B) (graphique 2) se déplace vers la droite. Le nouvel équilibre a des valeurs plus élevées pour  $Z$  et  $Y$ , comme on peut voir sur le graphique 2. En prenant  $g = \frac{Y}{\theta}$ , cela conduit à une valeur supérieure pour le taux de croissance ( $dr = 0$ ).

**Corollaire 2 :** en considérant tout le reste constant, une augmentation du paramètre de l'investissement public,  $\tau$ , conduit à une augmentation dans le taux de croissance de l'équilibre.

**Preuve :** nous allons donc chercher à écrire à nouveau le modèle (26) :

$$\begin{cases} Z = \frac{\sigma}{\theta}(Y+1)(Y+\eta) & (A) \\ Z^\omega = \frac{\lambda}{Y+\mu} & (B) \end{cases},$$

Nous allons définir les courbes (A) et (B). La courbe (A) a une pente positive et la courbe (B) a une pente négative dans l'espace  $(Z, Y)$ . Une augmentation de  $\tau$  implique une augmentation de  $\Omega$ , ce que signifie que la courbe (B) se déplace vers la droite. Le nouvel équilibre a des valeurs supérieures pour  $Z$  et  $Y$  comme le graphique 2 le confirme. Sachant que  $g = \frac{Y}{\theta}$ , cela implique une valeur supérieure pour le taux de croissance ( $dr = 0$ ).



Graphique 2. Statique comparée

### 2.3. REMARQUES FINALES

Nous avons développé un modèle de croissance économique de la R&D avec des dépenses publiques productives afin de donner au concept d'innovation QH un premier cadre théorique analytique. Dans le modèle présenté, nous avons analysé des questions relatives aux dépenses publiques productives, l'importance des complémentarités entre les différentes unités de production dans les économies d'innovation, dans la croissance économique, et nous avons pu voir également la pertinence de considérer la nature et le coût des investissements productifs et l'importance des politiques publiques visant à atteindre une croissance économique supérieure.

Comme Carayannis et Campbell (2009a, 2009b) le réfèrent, le quadruple helix reste lié aux structures d'une économie de la connaissance « globale » et à la société. Les systèmes d'innovation conduisent à une démocratie de la connaissance, dont la création est transdisciplinaire, non-linéaire et hybride. Yawson (2009), par exemple, écrit que le

progrès de la biotechnologie, des technologies d'information et des nanotechnologies ont stimulé l'innovation et la convergence des économies, mais en même temps, ils ont révélé l'importance d'une régulation adéquate, et ont introduit le besoin de sensibiliser la société vis-à-vis de leur utilisation. La société civile est ainsi devenue une hélice essentielle des SNI.

En conformité, le modèle QH caractérise le SNI à travers les quatre hélices : l'académie et les infrastructures technologiques, les entreprises et l'industrie, le gouvernement et la société civile.

La nature nouvelle et émergente de l'innovation entraîne qu'aucun agent innovateur isolé n'a les ressources et les compétences pour agir tout seul. L'interdépendance des institutions est donc la caractéristique qui différencie ces économies d'innovation. Spécifiant les interactions et la coopération entre les unités productives, la présence des complémentarités entre toutes les unités intermédiaires de production, notre modèle confirme qu'une augmentation des complémentarités dans l'économie d'innovation induit la croissance économique.

Yawson (2009) fait également valoir que le concept d'innovation QH peut donner une orientation sur les questions des politiques économiques. Reconnaisant que l'innovation produite par les citoyens créatifs détermine le succès de la stratégie d'innovation d'un pays, les SNI commencent par un objectif d'innovation nationale, qui est interprété à travers les quatre hélices sous une forme intégrée. Dans le modèle d'innovation QH proposé ici, le gouvernement fournit un bien public pur, sous la forme de dépenses productives dans l'éducation et la santé, en infrastructures technologiques, en services technologiques et de l'innovation et en la régulation, ce qui augmente la productivité de tous les inputs. Le modèle illustre de façon analytique que la croissance des dépenses publiques productives augmente le taux de croissance économique des économies QH.

Nous avons analytiquement spécifié la nouvelle nature de l'innovation et son impact sur la croissance économique. Aussi, dans le prochain chapitre, il est nécessaire d'illustrer la dynamique économique de manière empirique. Suivant Godin (2011) dans

ses discussions, la mesure de la performance d'innovation et de son impact dans la performance économique d'un pays est un vrai défi !

## APPENDICE

Afin d'analyser l'allure de la courbe de la technologie (20), et comme il est impossible d'isoler  $r$  d'un côté de l'équation, nous allons écrire comme suit  $F(r, g) = 0$  et nous allons appliquer le théorème de la fonction implicite de manière à obtenir à l'intérieur du premier quartier un point de la fonction, la dérivée  $\frac{dr}{dg}$  :

$$F(r, g) = \xi g - (1 + \xi)r + (1 + \xi)\Omega_Y r^{\frac{-\alpha}{1-\beta-\alpha}} (1 + \theta g)^{\frac{-\alpha}{1-\beta-\alpha}} = 0,$$

ce qui conduit à :

$$\frac{dr}{dg} = -\frac{\frac{dF(r, g)}{dg}}{\frac{dF(r, g)}{dr}} = \frac{\xi - \left(\frac{\alpha}{1-\beta-\alpha}\right)\theta(1+\xi)\Omega_Y r^{\frac{-\alpha}{1-\beta-\alpha}} (1+\theta g)^{\frac{\beta-1}{1-\beta-\alpha}}}{(1+\xi) + \left(\frac{\alpha}{1-\beta-\alpha}\right)(1+\xi)\Omega_Y r^{\frac{\beta-1}{1-\beta-\alpha}} (1+\theta g)^{\frac{-\alpha}{1-\beta-\alpha}}}.$$

Par conséquent, notre courbe de technologie non linéaire est à pente positive lorsque :

$$r^{\frac{-\alpha}{1-\beta-\alpha}} (1 + \theta g)^{\frac{\beta-1}{1-\beta-\alpha}} < \frac{\xi}{\left(\frac{\alpha}{1-\beta-\alpha}\right)\theta(1+\xi)\Omega_Y},$$

et à pente négative dans les autres situations.

# **CHAPITRE 3**

## **SYSTEMES D'INNOVATION, DEPENSES PRODUCTIVES DE L'ÉTAT ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE**



## INTRODUCTION

L'innovation est le principal moteur de la croissance dans de nombreuses économies. Les économies d'innovation sont, selon la théorie de l'innovation (QH), soutenues par quatre piliers/hélices - les entreprises et les industries, les universités et les infrastructures technologiques, le gouvernement et les consommateurs, fonctionnant dans un approche systémique et interactive. Nous allons approfondir le modèle fondée sur la théorie QH construit au chapitre précédent et qui met en rapport l'innovation et la croissance économique. En particulier, compte tenu de l'actuelle crise financière et de la pression à la baisse des dépenses du gouvernement, nous allons analyser les effets d'une augmentation des dépenses publiques via notre modèle QH sur la croissance économique, effets qui apparaissent comme positifs aussi bien dans le court terme qu'à moyen et long termes.

### 3.1. LE MODELE QH, LES DEPENSES PUBLIQUES ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE

La croissance économique est un objectif permanent à retenir à l'esprit des décideurs politiques. Aussi, dans la *Stratégie de l'Europe 2020*, on peut lire que l'objectif ultime de l'Union Européenne est d'atteindre une croissance intelligente, durable et inclusive.

L'innovation a été la principale source de la croissance dans des pays comme l'Autriche, les États-Unis d'Amérique, la Finlande, le Royaume-Uni et la Suède, entre 1995 et 2006, selon l'Organisation de Coopération et du Développement Économique (OCDE (2010)). Actuellement, étant donnée la nécessité de lutter contre des défis socio-économiques graves et, simultanément, de trouver et générer de nouvelles sources durables de croissance économique, tant les pays industrialisés que les pays émergents sont de plus en plus impliqués et assument de plus en plus leur caractère d'économie d'innovation.

Pendant ce temps, la digitalisation et la globalisation ont changé la nature de l'innovation et des systèmes d'innovation. Les agents économiques jouent des rôles différents dans le processus d'innovation et sont dirigés par de nouvelles règles de fonctionnement.

L'innovation est généralement considérée comme le résultat de la Recherche et du Développement (R&D), des activités menées par des chercheurs possédant des connaissances scientifiques et technologiques. Aujourd'hui, si la science et la technologie sont et resteront toujours les principales sources d'innovation, il existe désormais des nouvelles sources non-technologiques de l'innovation (OCDE (2010)). L'innovation est donc définie comme l'introduction d'un nouveau produit ou service, un nouveau processus, ou une nouvelle méthode (*Manuel d'Oslo*). Les chercheurs n'ont plus l'exclusivité des activités d'innovation et les nouveaux innovateurs doivent avoir de nouvelles connaissances et compétences transdisciplinaires. Dans ce nouvel environnement créatif, la science et la technologie peuvent être des conducteurs et en même temps des facilitateurs de l'innovation.

Dans un modèle d'innovation linéaire, au sein de la philosophie *top-down, inside-out*, l'innovation est axée sur la technologie sécurisée par des brevets et utilisée au sein des entreprises qui ont recours à des techniques de marketing pour atteindre les consommateurs et vendre leurs produits. Aujourd'hui, les entreprises ne peuvent plus compter sur des consommateurs passifs. Etant globalement connectés, informés et participatifs, les citoyens d'aujourd'hui sont des consommateurs avec du pouvoir et en même temps des producteurs/créateurs de l'innovation. Ils interagissent avec les entreprises et le gouvernement, ils donnent des idées, des suggestions et demandent des biens et des services spécifiques, plus intelligents et écologiques (Arnkil et al. 2010). Ces forces d'interaction aident les entreprises et les gouvernements à acquérir des niveaux plus élevés de responsabilité sociale et à s'engager dans l'innovation afin de mieux répondre aux demandes. En effet, un nouvel équilibre entre les *technology-driven, competitive-driven and user-driven* a été établi avec un renforcement du rôle des consommateurs (Fora (2009)).



Le changement structurel en cours dans les sociétés et la nature dynamique de l'innovation appellent aussi un changement de culture dans le secteur public. La formulation des politiques est maintenant moins fondée sur le contrôle et est davantage influencée ; les gouvernements doivent dans ce contexte travailler et innover en interdépendance et collaboration avec les entreprises et les infrastructures technologiques, les universités et les citoyens afin de trouver des nouvelles solutions vis-à-vis des nouveaux défis sociaux et en vue d'offrir des services publics ajustés et de concevoir de nouveaux instruments de politique (Fora (2009)).

Les gouvernements peuvent aussi promouvoir l'innovation en fournissant et en maintenant des infrastructures à travers l'introduction de la régulation intelligente, mais aussi à travers l'exercice de la demande intelligente, de la réduction des blocages aux initiatives de l'innovation ou encore parmi l'amélioration des processus d'accumulation de nouvelles formes de connaissances, de savoirs et de compétences nécessaires à l'innovation au sein des économies.

La multidisciplinarité, la complexité et les coûts de l'innovation impliquent que l'isolement et le secret ne sont plus une option pour l'innovateur. L'innovation résulte, au contraire, de l'interaction créative et de la coopération entre les institutions, qu'elles soient petites ou grandes, publiques ou privées, universitaires ou non universitaires, et des consommateurs bien informés et plus exigeants. Aujourd'hui, les agents produisent de l'innovation en co-création et co-production toujours au sein des réseaux, des partenariats, en établissant des relations symbiotiques et des collaborations.

Comme déjà présenté, la théorie (QH) est une approche conceptuelle de l'économie de l'innovation ; un modèle d'innovation QH permet d'avoir un cadre analytique pour l'innovation dans lequel quatre piliers économiques ou hélices coopèrent et coproduisent des innovations dans un environnement ouvert et de façon systémique (Arnkil et al. (2010)) ; le concept d'innovation QH est étroitement lié à la stratégie de l'Europe 2020 pour la croissance.

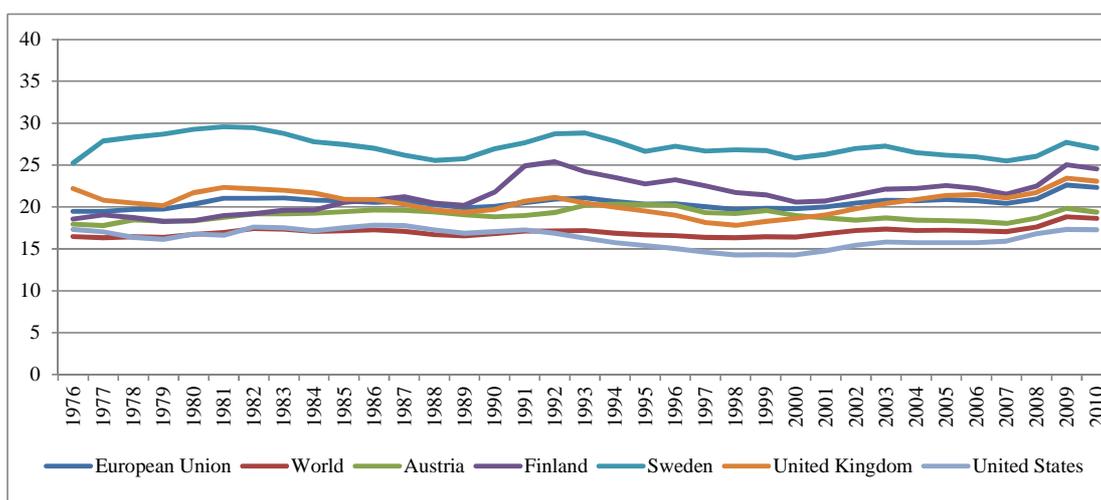
Les temps actuels sont fortement caractérisés par une pression à la baisse dans les dépenses publiques. Cependant, le rôle du gouvernement qui est l'un des quatre piliers d'une économie d'innovation, ne peut pas être minimisé ou négligé. Ainsi, l'OCDE

(2010) rappelle que la croissance à long terme des économies d'innovation s'appuie fondamentalement sur l'investissement public dans l'éducation, les infrastructures (fourniture et maintenance) et dans la recherche.

La littérature existante sur l'impact des dépenses publiques sur la croissance économique a plusieurs lacunes théoriques et empiriques, comme l'observent Romp et Haan (2007). Aschauer (1989) dans son papier principal et ses successeurs montrent les effets importants du capital public sur la croissance et la productivité. Toutefois, Sturm et al. (1998) soulignent que cette première génération d'études présente des limites méthodologiques et économétriques importantes. Holz-Eakin et Lovely (1996), p.106), par exemple, affirment également l'inexistence de modèles économiques officiels prédisant les effets des infrastructures sur la productivité. Des études récentes examinées par Romp et Haan (2007) ont tendance à être plus consensuelles que les analyses antérieures sur les effets positifs modérés des dépenses publiques sur le revenu par habitant et sur la croissance économique.

Le graphique 3 illustre le rôle du gouvernement dans les économies d'innovation dans le monde, au cours des quatre dernières décennies. Il montre que la part des dépenses publiques sur l'output est, en effet, stable avec une légère tendance croissante.

Graphique 3. General government final consumption expenditure (% of GDP)



Source : World Bank (disponible sur le site : <http://data.worldbank.org> ; accédée en Avril de 2012)



Au sein de ce chapitre, nous nous proposons de mettre en évidence théoriquement le rôle du gouvernement dans une économie de l'innovation. Afin d'encadrer formellement la théorie de l'innovation QH, nous avons construit un modèle de croissance économique axé sur la R&D qui rend compte de la nouvelle nature de l'innovation, et que nous appelons modèle de croissance fondé sur l'innovation. En introduisant les dépenses publiques dans notre analyse, nous effectuons une analyse en termes de politique économique. Une augmentation des dépenses publiques élève le taux de croissance économique d'une économie de l'innovation.

Dans le modèle de croissance QH de l'innovation, nous considérons une structure à un seul secteur productif avec des dépenses publiques productives et la présence de complémentarités entre les inputs intermédiaires dans la fonction de production pour tout l'output agrégé. La structure à un secteur est spécifiée de façon à permettre de saisir la nouvelle nature de l'innovation, c'est-à-dire la notion que l'innovation est co-produite par tous les agents économiques.

Deuxièmement, nous supposons que le gouvernement fournit un bien public pur - les dépenses d'éducation, de santé, les infrastructures, les services technologiques et de l'innovation et les régulations - ce qui augmente la productivité de tous les inputs.

Troisièmement, nous spécifions les complémentarités car elles capturent la caractéristique de co-crédation de l'économie de l'innovation et sont considérées comme essentielles pour l'innovation à long terme (Lundvall et Borrás (1997)), d'où une croissance durable dans les économies de l'innovation.

La principale conclusion est qu'une augmentation de la proportion de l'output dépensé dans les dépenses publiques a un effet positif sur la croissance économique à court terme (effet de premier niveau), à moyen terme (dynamique de la transition) et à long terme (état d'équilibre).

Pour ce faire, nous allons, tout d'abord, présenter le modèle dans la section 3.2, puis les résultats du modèle à l'équilibre général dans la section 3.3. Enfin, dans la section 3.4, nous allons décrire les effets d'une augmentation des dépenses publiques sur le taux



de croissance économique, ce qui nous permettra d'extraire quelques conclusions finales.

### **3.2. PRESENTATION DU MODELE**

Comme il a été affirmé dans l'introduction, nous souhaitons définir analytiquement, dans un modèle de croissance, une économie de l'innovation telle que décrite conceptuellement par la théorie de l'innovation QH.

Souhaitant illustrer une économie de l'innovation inclusive, nous supposons que toute la société participe au processus d'innovation. Ainsi, nous spécifions un modèle à un seul secteur où l'innovation est réalisée avec la même technologie que celle du produit final et des inputs. En outre, nous souhaitons mettre en évidence le fait que, dans une économie de l'innovation, une personne ne peut pas innover toute seule. Les entreprises qui cherchent le profit doivent s'associer pour co-innover et co-produire au sein des réseaux. Le concept de complémentarité semble idéal pour décrire une économie de l'innovation. Par conséquent, nous supposons la présence de complémentarités entre toutes les entreprises innovantes.

En ce qui concerne le gouvernement, le graphique 3 montre l'allure constante du ratio dépenses publiques et le PIB pendant de longues périodes. Donc, nous supposons une version comportementale pour les dépenses publiques, en précisant que, dans chaque période, le flux des dépenses publiques est une proportion fixe de l'output agrégé.

#### **3.2.1. COTE PRODUCTION – L'EQUATION DE LA TECHNOLOGIE**

Il y a un bien final,  $Y(t)$ , produit avec du travail constant,  $L(t)$ , les dépenses publiques,  $G(t)$ , et des inputs non-durables,  $x_i(t)$ , dans un nombre  $A(t)$  d'unités de production intermédiaires  $i$  ( $i = 0 \dots A$ ). Chaque unité de production intermédiaire (UIP) est associée à une nouvelle innovation  $i$ .



### 3.2.1.1. DEPENSES DU GOUVERNEMENT

Le rôle du gouvernement consiste à fournir un bien public pur sous la forme des dépenses du gouvernement consacrées à l'éducation, à la santé, aux infrastructures, aux services technologiques et d'innovation et aux régulations – ce qui augmente la productivité de tous les inputs de la même façon. Dans notre version, nous supposons qu'à chaque période  $t$ , les dépenses publiques productives  $G(t)$  sont une fraction constante de l'output  $Y(t)$  :

$$G(t) = \tau Y(t), \quad 0 < \tau < 1, \quad (1)$$

où  $\tau$  est la part de la production allouée aux dépenses publiques. Selon Barro (1990), les dépenses publiques productives sont une variable flux. Le budget du gouvernement est équilibré sur toutes les périodes. En supposant, par simplification une dette publique nulle, et un taux nul à la consommation, la contrainte budgétaire du gouvernement est la suivante :

$$G(t) = T(t), \quad (2)$$

où  $T(t)$  représente les *lump-sum taxes*.

### 3.2.1.2. UNITES DE PRODUCTION INTERMEDIARES (UPIs)

L'académie et les infrastructures technologiques tout comme les entreprises sont conçues comme ayant le même rôle productif dans cette économie. Ils constituent les Unités de Production Intermédiaires (UPIs)  $i$  ( $i = 0 \dots A$ ) et contribuent à la production de l'output global  $Y(t)$  en produisant des inputs non-durables  $x_i(t)$ . Aussi et en accord avec Afonso et al. (2012), il existe des complémentarités entre les inputs UIP dans la fonction de production pour  $Y(t)$ .

### 3.2.1.3. OUTPUT AGREGE – BIEN FINAL

Ainsi la fonction de production est la suivante pour  $Y(t)$  :



$$Y(t) = L(t)^{1-\alpha-\beta} G(t)^\beta \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^\phi,$$

qui, en remplaçant  $G(t)$  par son équivalent donnée par l'équation (1), devient :

$$Y(t) = \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L(t)^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^{\frac{\phi}{1-\beta}}, \quad \gamma\phi = \alpha, \quad \frac{\phi}{1-\beta} > 1. \quad (3)$$

Le paramètre de restriction  $\gamma\phi = \alpha$  est imposé de façon à assurer l'homogénéité de degré un, et nous posons l'hypothèse  $\frac{\phi}{1-\beta} > 1$  pour que les  $x_i(t)$  de UIPs soient complémentaires ; c'est-à-dire, une augmentation dans la quantité d'une certaine UIP élève la productivité marginale de l'autre.

En supposant que cela prend une unité de capital physique  $K(t)$  pour produire une unité physique de quelque unité d'inputs de UIPs,  $K(t)$  est lié aux  $x_i(t)$  par la règle :

$$K(t) = \int_0^{A(t)} x_i(t) di. \quad (4)$$

### 3.2.1.4. L'INNOVATION

Souhaitant montrer l'idée que toute la société est impliquée dans le processus d'innovation, nous nous appuyons sur les études de Rivera-Batiz et Romer (1991) et nous spécifions une structure à un seul secteur où les inputs des UIPs et les innovations sont réalisés avec la même technologie et dans le même secteur du bien final; ainsi nous n'avons qu'une seule fonction de production et qu'une seule equation pour l'accumulation du capital ; celle-ci coordonne la production d'innovation, du bien final  $Y(t)$  et des inputs d'UIPs. Nous supposons, en outre, que l'innovation  $i$  a besoin de  $P_A i^\xi$  unités de l'output perdu, où  $P_A$  est le coût fixe d'une nouvelle innovation en unités de l'output perdu, et  $i^\xi$  représente le coût additionnel de l'innovation  $i$  en termes d'output perdu. Ainsi, plus l'indice d'une innovation est élevé, plus son coût est important. Comme dans le cadre des travaux de Evans et al. (1998), ce coût

supplémentaire est introduit afin d'obtenir une solution sur la tendance de la croissance. Le total des dépenses en innovation est donc  $P_A(t)\dot{A}(t)^\xi$ .

### 3.2.1.5. INVESTISSEMENT TOTAL

Avec une dépréciation nulle par hypothèse, l'investissement total à chaque période,  $\dot{W}(t)$ , est égal à l'accumulation du capital physique,  $\dot{K}(t)$ , plus les dépenses d'innovation,  $P_A(t)\dot{A}(t)^\xi$ , c'est-à-dire :

$$\dot{W}(t) = \dot{K}(t) + P_A(t)\dot{A}(t)^\xi. \quad (5)$$

Le capital total  $W(t)$  est égal au capital physique auquel nous ajoutons le capital innovation :

$$W(t) = K(t) + P_A \frac{A(t)^{\xi+1}}{\xi+1}. \quad (6)$$

Et pour conclure le modèle, la contrainte budgétaire de cette économie est la suivante :

$$\dot{W}(t) = Y(t) - G(t) - C(t). \quad (7)$$

### 3.2.1.6. L'ÉQUATION DE LA TECHNOLOGIE

Maintenant, il est possible de résoudre l'équation de technologie pour la courbe qui relie le taux de croissance constant et les taux d'intérêt ( $g, r$ ) pour laquelle le côté production de l'économie est sur une trajectoire de croissance équilibrée (BGP).

Les producteurs des biens finaux sont des *price takers* sur le marché des inputs. A l'équilibre, le taux de rendement de chaque input est équivalent à sa productivité marginale. Le prix de  $Y(t)$  est normalisé à un. La courbe de la demande pour chaque UIP est donc :

$$\frac{\partial Y(t)}{\partial x_j(t)} = R_j(t) = \frac{\alpha}{1-\beta} \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L(t)^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} x_j(t)^{\gamma-1} \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^{\frac{\phi}{1-\beta}-1}. \quad (8)$$

Au niveau des décisions de production des UIPs, après avoir décidé d'entrer sur le marché, chaque UIP souhaite maximiser ses profits à chaque période. La production physique de chaque unité de l'input spécialisé a besoin d'une seule unité de capital physique. Ainsi, à chaque période, l'UIP monopolistique maximise les profits, prenant comme donnée la courbe de la demande pour son bien :

$$\max_{x_j(t)} \pi_j(t) = R_j(t)x_j(t) - rx_j(t),$$

Ce qui conduit à la règle *markup* :

$$R_j = \frac{r}{\gamma}. \quad (9)$$

À chaque instant  $t$ , afin de rentrer sur le marché et produire l'input *Ath*, une UIP doit dépenser un coût d'innovation donné par  $P_A A(t)^\xi$ , où, comme mentionné avant,  $P_A$  est le coût fixe d'une nouvelle innovation, traduite en unités D'output perdu, et  $i^\xi$  représente un coût supplémentaire du brevet  $i$  en termes d'output perdu. En entrant dans le marché, chaque UIP devient un producteur monopolistique d'un input différencié. Les décisions des UIPs de rentrer dans un marché dépendent d'une comparaison entre les coûts fixes de l'innovation payés d'avance, au moment  $t$ , et la valeur actualisée des bénéfices obtenues de l'instant  $t$  à l'infini. La dynamique de l'UIP avec la condition zéro profit est donc :

$$P_A A(t)^\xi = \int_t^\infty e^{-r(v-t)} \pi_j(v) dv,$$

qui, en ne supposant aucune bulle, est équivalent à :

$$\xi g_A = r - \frac{\pi_j}{P_A A^\xi}. \quad (10)$$

La symétrie du modèle implique que  $R_j(t) = R(t)$ ,  $x_j(t) = x(t)$  et  $\pi_j(t) = \pi(t)$ . Alors l'équation de  $R(t)$  peut être réécrite de la façon suivante :

$$R = \Omega_R A^{\frac{\phi-1+\beta}{1-\beta}} x^{\frac{\alpha-1+\beta}{1-\beta}}, \quad (11)$$

où  $\Omega_R = \frac{\alpha}{1-\beta} \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}}$  est une constante. Les profits  $\pi(t) = (1-\gamma)R(t)x(t)$  sont équivalents à :

$$\pi = (1-\gamma)\Omega_R A^{\frac{\phi-1+\beta}{1-\beta}} x^{\frac{\alpha}{1-\beta}}, \quad (12)$$

et l'équation de  $x$  est réécrite comme :

$$x = A^{\xi} \left( \frac{\Omega_R}{R} \right)^{\frac{1-\beta}{(1-\beta)-\alpha}}, \quad (13)$$

Où nous allons imposer le paramètre de restriction suivant :

$$\xi = \frac{\phi - (1-\beta)}{(1-\beta) - \alpha}$$

Comme nous le verrons plus tard, à l'équilibre BGP, le taux d'intérêt est constant et donc est égal à  $R$ . Ainsi, nous aurons, à partir de l'expression (11) :

$$\left( \frac{\phi-1+\beta}{1-\beta} \right) g_A = - \left( \frac{\alpha-1+\beta}{1-\beta} \right) g_x,$$

Ce qui implique :

$$g_x = \xi g_A.$$

Aussi, comme il y a symétrie, l'équation (4) peut être simplifiée par  $K = Ax$ , ce qui signifie que le capital physique croît au taux :

$$g_K = (1+\xi)g_A.$$

De même, la fonction de production (3) devient :

$$Y = \tau^{\frac{\beta}{1-\beta}} L^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}} A^{\frac{\phi}{1-\beta}} x^{\frac{\alpha}{1-\beta}}, \quad (14)$$

Laquelle en faisant une différenciation logarithmique en ordre au temps donne le taux de croissance de l'output :

$$g_Y = \left( \frac{\phi + \alpha \xi}{1 - \beta} \right) g_A = (1 + \xi) g_A.$$

Cela conduit à ce que l'équation (10) puisse être présentée de la manière suivante :

$$g_Y = \frac{1 + \xi}{\xi} \left( r - \frac{\Omega_Y}{R^{\frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}}} \right), \quad \Omega_Y = \frac{(1-\gamma)}{P_A} \Omega_R^{\frac{1-\beta}{(1-\beta)-\alpha}} \quad (15)$$

L'équation (15) est notre équation de technologie pour les paires  $(g, r)$  de croissance équilibrée du côté production de cette économie.

### 3.3. COTE DEMANDE - L'ÉQUATION D'EULER

Les agents de cette économie participent à l'innovation à travers des activités de co-création, de diffusion, des applications du travail ou encore à travers la consommation. Ces citoyens supposés homogènes, informés, cultivés et ayant une durée de vie infinie, sont des consommateurs qui souhaitent consommer des produits et des services qui contiennent de l'innovation technologique et non-technologique et de nouvelles connaissances. Ils sont la quatrième hélice ou pilier du modèle d'innovation QH.

Dans notre modèle, ces biens et services innovants sont agrégés sous la forme de bien final,  $Y$  lequel pour sa production a besoin de l'innovation. Cela veut dire que nous pouvons utiliser une spécification standard pour la consommation inter-temporelle afin de représenter les décisions des consommateurs. Les agents de notre économie souhaitent maximiser, sous réserve d'une contrainte budgétaire, la valeur actualisée de leur utilité représentative :

$$\max_{C(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{C(t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} dt \quad (16)$$

$$s.t. \quad \dot{E}(t) = rE(t) + w(t) - C(t) - T(t), \quad (17)$$

où la variable  $C(t)$  est la consommation de  $Y(t)$  à la période  $t$ ,  $\rho$  est le taux de préférence temporelle, et  $\sigma^{-1}$  est l'élasticité de substitution entre la consommation à deux périodes de temps. La variable  $E(t)$  représente le total des actifs,  $r$  est le taux d'intérêt,  $w(t)$  est le taux de salaire, et il est supposé que les agents individuels fournissent une unité de travail par unité de temps.

La condition de transversalité est  $\lim_{t \rightarrow \infty} \mu(t)E(t) = 0$ , où  $\mu(t)$  est le prix virtuel des actifs.

La décision des consommateurs est décrite par l'équation familière d'Euler :

$$g_c = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma}(r - \rho), \quad (18)$$

selon laquelle le taux d'intérêt,  $r$ , est constant à l'équilibre BGP.

### 3.4. L'ÉQUILIBRE GENERAL

L'équation différentielle de l'investissement d'ordre au temps (5) nous indique que le capital total  $W$  croît au même taux que  $Y$  :

$$\frac{\dot{W}}{W} = \frac{\dot{K}}{K} \frac{K}{W} + \frac{\dot{A}}{A} \frac{A^{1+\xi}}{W} P_A,$$

lequel, en reprenant  $g_K = (1 + \xi)g_A$ , conduit à :

$$g_W = (1 + \xi)g_A$$

Donc, la contrainte budgétaire de cette économie (7), car  $G$  et  $W$  croissent au même taux que  $Y$ , la constante  $g_W$  a besoin que la consommation  $C$  augmente également selon le même taux que  $W$  et  $Y$ . Le taux de croissance per capita est donc le suivant :

$$g_C = g_Y = g_K = g_W = (1 + \xi)g_A = g.$$

### 3.4.1. L'ÉQUILIBRE D'ÉTAT STATIONNAIRE

La solution d'équilibre général BGP est obtenue en résolvant un système de deux équations, (15) et (18), à deux inconnues :  $r$  et  $g$  :

$$\left\{ \begin{array}{l} g = \frac{1}{\sigma}(r - \rho) \\ g = \frac{1 + \xi}{\xi} \left[ r - \frac{\Omega}{r^{\frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}}} \right], \quad r > g > 0, \end{array} \right. \quad (19)$$

où  $\Omega = \Omega_Y \gamma^{\frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}}$ . La contrainte  $r > g > 0$  est imposée et alors : (i) les valeurs actualisées seront finies ; et (ii) notre solution(s) aura un taux d'intérêt et un taux de croissance positifs.

**Proposition :** existence d'une seule solution *steady-state*.

**Preuve :** au sein de l'espace  $(g, r)$ , l'équation linéaire d'Euler (18) aura une inclination :  $\frac{\partial g}{\partial r} = \frac{1}{\sigma} > 0$  et  $g = -\frac{\rho}{\sigma}$  est la valeur supposée dans l'axe vertical.

L'équation de la technologie (15) dans sa représentation graphique a une pente positive et décroissante :

$$\frac{\partial g}{\partial r} = \frac{(1 + \xi)}{\xi} + \frac{(1 + \xi)}{\xi} \frac{\alpha}{1 - \beta - \alpha} r^{\frac{\beta-1}{(1-\beta)-\alpha}} \Omega > 0,$$

$$\frac{\partial^2 g}{\partial r^2} = \frac{(\beta-1)}{1 - \beta - \alpha} \frac{(1 + \xi)}{\xi} \frac{\alpha}{1 - \beta - \alpha} r^{\frac{\alpha}{(1-\beta)-\alpha}} \Omega < 0.$$

Et cela implique que ces deux courbes ne se croisent qu'une seule fois dans le premier quadrant du graphique  $(r, g)$ .

Afin de mieux illustrer l'unique solution d'équilibre général BGP, et étant donnée la non-linéarité de l'équation de technologie, nous allons résoudre le système à travers un exercice numérique. Les valeurs de référence choisies pour les paramètres sont :

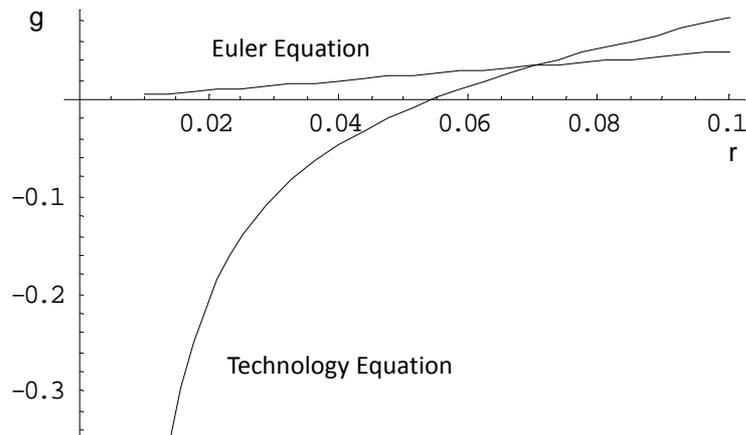
$$\begin{aligned} \sigma = 2 ; \quad \rho = 0.002 ; \quad \alpha = 0.4 ; \quad \beta = 0.3 ; \quad \gamma = 0.1 ; \\ \phi = 4 ; \quad \xi = 11 ; \quad L = 1 ; \quad P_A = 15 ; \quad \tau = 0.15 ; \end{aligned}$$

où les valeurs de  $\alpha$ ,  $\gamma$  et par conséquent de  $\phi = \frac{\alpha}{\gamma}$  sont les mêmes que celles choisies par Evans et al. (1998) dans leur exemple numérique. La valeur du paramètre  $\xi$  est donc :  $\xi = \frac{\phi - (1 - \beta)}{(1 - \beta) - \alpha} = 11$ . La valeur du paramètre de préférence  $\sigma$  est en accord avec ce qui a été conclu dans les études empiriques de Barro et Sala-i-Martin (2004) alors que nous avons choisi un  $\rho$  faible afin d'obtenir des valeurs basses pour les taux d'intérêt d'équilibre. La population est généralement normalisée à un. La valeur pour le paramètre  $\tau$  est semblable à celle d'Irmen et Kuehnel (2009). Et la valeur pour  $P_A$  est choisie en vue de nous donner des valeurs réalistes pour les taux de croissance d'intérêt d'équilibre. En considérant les valeurs choisies des paramètres, le système (21) devient :

$$\begin{cases} g = 0.5r - 0.001 \\ g = 1.091 \left[ r - \frac{0.000113}{(r)^{1.333}} \right] \end{cases} \quad r > g > 0,$$

Le graphique 4, avec  $r$  sur l'axe horizontal et  $g$  sur l'axe vertical, nous aide à visualiser la solution de l'équilibre général BGP de cet économie, qui est pour les paramètres choisis :

$$r = 0,07 ; g = 0,034$$



Graphique 4. BGP : General Equilibrium Solution

### 3.5. DYNAMIQUE DE TRANSITION

Afin d'étudier comment l'économie converge vers l'équilibre d'état stationnaire, nous allons effectuer une analyse de la dynamique de transition en utilisant l'intégration numérique. Nous commençons par examiner les variables de la productivité marginale du capital total,  $\chi_1 \equiv Y/W$  et le ratio consommation- capital total,  $\chi_2 \equiv C/W$ , qui sont constants à l'équilibre, soit :

$$\frac{\dot{\chi}_1}{\chi_1} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{W}}{W} \text{ et } \frac{\dot{\chi}_2}{\chi_2} = \frac{\dot{C}}{C} - \frac{\dot{W}}{W}. \quad (20)$$

Le système d'équations différentielles autonomes pour les variables  $\chi_1$  et  $\chi_2$  est obtenu à partir des équations (2), (7), (15), (18) et (20). Les expressions fonctionnelles

analytiques explicites des équations différentielles sont complexes et assez fastidieuses. Ainsi, sous une forme plus lisible, nous allons présenter le système obtenu pour les valeurs de référence des paramètres de la section précédente :

$$\begin{cases} \dot{\chi}_1 = 11,9585 \chi_1 - 59,7096 \chi_2 + 0,2797 - \frac{0,0025}{(78,3020 \chi_1 - 358,7810 \chi_2 + 1,7090)^{1,3(3)}} \\ \dot{\chi}_2 = 5,0227 \chi_1 - 25,9086 \chi_2 + 0,1182 \end{cases} \quad (21)$$

Le système (21) est résolu par la méthode de quatrième ordre de Runge-Kutta (une méthode numérique classique)<sup>18</sup> et en tenant compte des valeurs initiales requises  $\chi_1(1)=0.091$  et  $\chi_2(1)=0.040$  – cf. Tableau 2 avec les valeurs initiales et les valeurs de l'équilibre stationnaire.

Le graphique 5 ci-dessous illustre la tendance décroissante de  $\chi_1$  et  $\chi_2$  de leurs valeurs initiales par rapport à leurs valeurs d'équilibre stationnaire. En considérant la tendance de  $\chi_1$  (graphique 5a) et de  $\chi_2$  (graphique 5b), nous pouvons aisément obtenir la tendance du taux d'intérêt (graphique 5c) et du taux de croissance économique (graphique 5d).

### 3.6. LES EFFETS DE POLITIQUE ÉCONOMIQUE

En cohérence avec les données du graphique 3, nous allons maintenant analyser les effets d'une augmentation de la partie de la production allouée aux dépenses publiques,  $\tau$ , de 15% à 20%. Le tableau 2 résume les effets pendant une courte et longue période de cette mesure de politique. La figure 5 montre la dynamique de transition à partir de  $t=1$  vers la période d'équilibre stationnaire,  $t=t^*$ .

Une augmentation de  $\tau$  induit un saut vers le haut (effet de court-terme) pour les deux variables  $\chi_1$  (de 0.0907 à 0.0995), et  $\chi_2$  (de 0.0400 à 0.0402). Après les deux ratios

<sup>18</sup> Comme cette méthode classique permet de résoudre l'équation différentielle avec une précision convenable, nous n'avons pas besoin de tenir compte des autres méthodes plus sophistiquées.

baissent à des taux décroissants (effet de moyen terme) vers de nouvelles valeurs de l'équilibre stationnaire (effet à long terme), et celui-ci est supérieur à l'initial.

L'augmentation de  $\tau$  accroît à la fois le taux d'intérêt et le taux de croissance économique vers leurs nouvelles valeurs à l'état d'équilibre qui sont plus élevées. En effet, un  $\chi_1$  plus élevé induit par cette politique, traduit une productivité marginale du capital total plus importante, ce qui conduit aussi à une augmentation du taux de croissance économique plus important.

	With $\tau = 0.15$		With $\tau = 0.20$	
	$t = 1$	$t = t^*$	$t = 1$	$t = t^*$
$\chi_1 = Y/W$	0.0907	0.0504	0.0995	0.0576
$\chi_2 = C/W$	0.0400	0.0152	0.0402	0.0158
Interest rate, $r$	0.000443	0.070314	0.00719	0.079634
Growth rate, $g$	-0.00078	0.034157	0.002595	0.038817

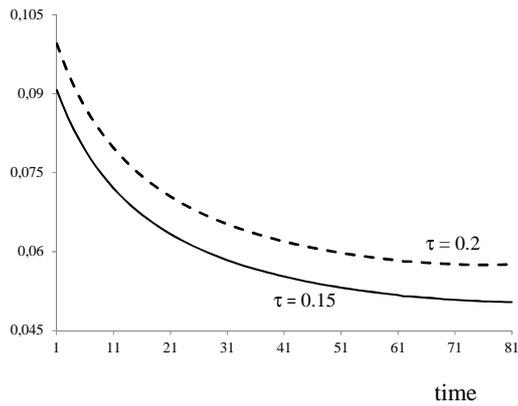
Tableau 2. Initial and steady state values for relevant variables

En comparant avec d'autres mesures de politique similaires, Segerstrom (2000), entre autres, dans un modèle où l'innovation résulte des activités de R&D classiques, constate qu'une subvention directe pour la R&D augmente la croissance économique. Comme nous l'avons déjà décrit dans notre modèle, l'innovation englobe plus que les activités classiques de la R&D puisqu'elle incorpore également le développement d'un nouveau produit, service, processus ou méthode réalisée pour toute la société. Alors, et comme nous venons de le montrer, une mesure de politique qui augmente la productivité de tous les agents économiques constitue une mesure de politique alternative pour augmenter le taux de croissance économique.

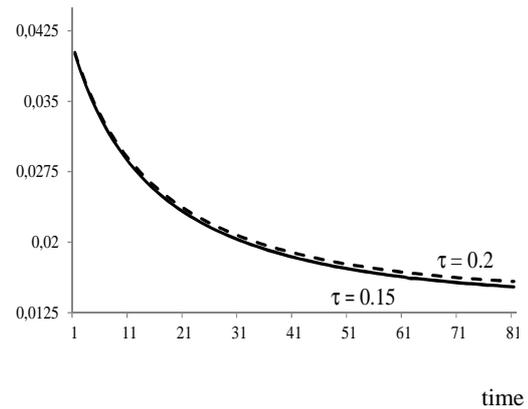
En effet, et malgré les pressions connues à la baisse sur les dépenses publiques productives de l'État, le gouvernement est l'un des quatre piliers ou hélices de notre économie d'innovation. Dans ce contexte, une augmentation des dépenses publiques en éducation, santé, infrastructures, dans les services d'innovation et technologiques et

régulations, qui entraîne une augmentation de la productivité de tous les inputs, est considérée comme une politique économique efficace.

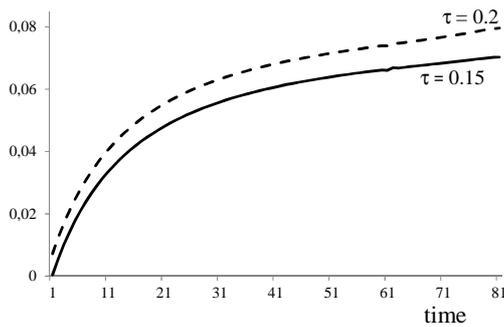
Graphique 5a. pour  $\chi_1$



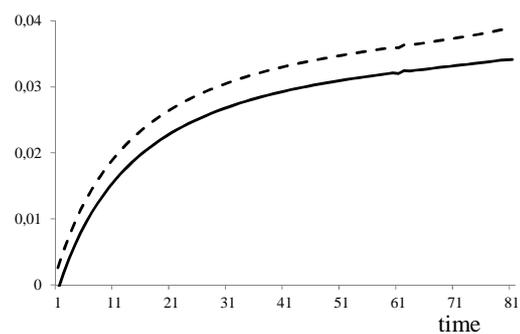
Graphique 5b. pour  $\chi_2$



Graphique 5c. pour le taux d'intérêt



Graphique 5d. pour la croissance économique



Graphiques 5. Transitional dynamics



### 3.7. REMARQUES FINALES

Un nombre important d'économies développées et émergentes assument de plus en plus leur caractère d'économies d'innovation, dans lesquelles l'innovation est clairement la principale source de croissance économique.

En même temps, la nature de l'innovation a été élargie et a dépassé la notion classique basée sur les activités de R&D. Dans le *Manuel d'Oslo*, l'innovation est définie comme l'introduction d'un nouveau produit, service, procédé ou encore processus. Ce type d'innovation conduit à un concept multidisciplinaire et compétitif. Dans ce type d'innovation, les agents sont appelés à co-crée, à co-produire à l'intérieur des réseaux, partenariats, et relations symbiotiques. En outre, dans ces environnements économiques ou dans ces systèmes d'innovation, l'innovation résulte de l'interaction créative et de la coopération entre toutes les institutions publiques et privées et de la demande croissante des consommateurs.

Souhaitant définir un cadre analytique pour une économie de l'innovation, nous avons suivi la théorie de l'innovation QH. Nous avons souhaité démontrer le rôle équivalent et aussi crucial des quatre hélices, et c'est dans ce sens que dans notre modèle, l'innovation apparaît comme le moteur de la croissance et est issue de toute la société dans une structure à un seul secteur productif.

Nous avons aussi introduit l'hypothèse des complémentarités entre les inputs intermédiaires dans la fonction de production afin de réussir à déterminer analytiquement la nécessité de co-crée et d'avoir des partenariats entre les agents innovants.

Dans ce modèle de croissance fondée sur l'innovation, les dépenses publiques ont un rôle économique important. Ayant formellement lié l'innovation à la croissance économique, nous avons montré qu'une politique économique a des effets positifs sur la croissance économique. En effet, une augmentation dans les dépenses du gouvernement permet d'élever la croissance économique, aussi bien à court terme, qu'à moyen et long termes.



# **CHAPITRE 4**

## **ETUDE EMPIRIQUE – LE MODELE D’INNOVATION QH ET LE ROLE DES INFRASTRUCTURES TECHNOLOGIQUES DANS LES SNI DES PAYS DE L’OCDE**



## INTRODUCTION

Ce chapitre, à la différence des précédents, est de nature empirique dans la mesure où son objet est de tester le modèle théorique de croissance élaboré dans les chapitres 2 et 3. En effet, ce modèle de croissance met en rapport innovation et croissance dans le cadre de la théorie QH et nous allons le tester sur un échantillon de 28 pays de l'OCDE, sur la période 1980-2008 en utilisant la base de données CANA (2011). Plus précisément, nous allons estimer la fonction de production du modèle à travers l'estimateur DOLS (dynamique OLS) sur données de panel à l'aide de l'outil STATA 11. Nous allons mettre à l'épreuve les principales prévisions théoriques du modèle étudié dans les chapitres 2 et 3, et notamment le rôle joué par les infrastructures technologiques dans les SNI pour l'échantillon choisi.

Nous en concluons les éléments suivants :

- i) les quatre piliers ou hélices - les entreprises et l'industrie, l'académie et les infrastructures technologiques, le gouvernement et les consommateurs – soutiennent l'économie et nous avons démontré le rôle équivalent, complémentaire et aussi important des quatre hélices où l'innovation est le moteur de la croissance et est issue de toute la société, dans une structure à un seul secteur productif ;
- ii) nous avons aussi démontré que les dépenses publiques ont un rôle économique important car une augmentation dans les dépenses du gouvernement élève la croissance économique ;
- iii) nous avons confirmé le rôle positif des infrastructures technologiques.

### 4.1. REMARQUE PREALABLE SUR LA VOIE METHODOLOGIQUE CHOISIE

Dans les chapitres 2 et 3, nous avons défini de manière analytique une économie de l'innovation, au sein de la théorie de l'innovation QH et nous avons démontré le rôle équivalent et aussi important des quatre hélices, et notre modèle est en accord avec cette perspective puisque l'innovation y apparaît comme le moteur de la croissance et y est le résultat de toute la société, au sein d'un seul secteur productif ; nous avons également introduit l'hypothèse des complémentarités entre les inputs intermédiaires dans la



fonction de production afin de réussir à définir analytiquement le besoin de co-créer et le besoin de partenariats entre les agents innovateurs. En outre, nous avons démontré, à partir de ce modèle de croissance fondé sur les quatre hélices, que les dépenses publiques ont un rôle économique important car une augmentation des dépenses du gouvernement élève la croissance économique aussi bien à court terme qu'à moyen et long termes.

Dans ce chapitre, nous allons tester notre cadre analytique sur un échantillon de 28 pays de l'OCDE, en utilisant la base de données CANA (2011) et l'outil STATA 11. Plus précisément, nous allons estimer la fonction de production à travers l'estimateur DOLS (OLS dynamique) sur des données de panel à l'aide de STATA 11. Il s'agit de l'estimateur des moindres carrés ordinaires dynamique pour la cointégration sur des données du panel de Kao et Chiang (2000). Le module de programmation `xtdolshm` (Amadou (2011)) pour le STATA 11 sera utilisé.

Nous allons tester les principales prévisions théoriques du modèle étudié dans les chapitres précédents, et notamment le rôle joué par les infrastructures technologiques sur les systèmes d'innovation pour l'échantillon choisi.

Une remarque préalable s'impose sur la voie choisie concernant l'étude empirique. Nous n'estimons que des équations obtenues à partir du modèle que nous avons élaboré. Cette démarche a un avantage majeur, par rapport à la méthode des régressions *ad-hoc* de croissance de Barro (1991). Nonobstant, elle n'est pas immune au problème de l'incertitude sur le modèle à estimer, un problème qui touche l'analyse empirique de la croissance économique.

Barro (1991) a estimé des régressions de croissance qui ne correspondent pas à des équations structurelles déduites à partir de modèles de croissance. L'auteur fait une régression du taux de croissance du PIB réel par travailleur (par tête) via plusieurs variables explicatives de la croissance économique. Par la suite, une multitude d'études empiriques tente d'évaluer le rapport entre plusieurs facteurs et la croissance économique, des facteurs tels que des facteurs institutionnels, politiques et d'accumulation parmi tant d'autres.

Cela a conduit à la question du choix des déterminants de la croissance à inclure dans le modèle empirique, sachant que les différents modèles aboutissent à des conclusions différentes concernant les déterminants de la croissance, bien qu'ils puissent être compatibles entre eux. C'est la caractéristique *open ended* des théories de la croissance économique selon la terminologie de Brock et Durlauf (2001), qui est à la base du soi-disant problème de l'incertitude du modèle à estimer. Levine et Renelt (1992), Sala-i-Martin (1997), Sala-i-Martin, Doppelhofer et Miller (2004) Doppelhofer et al. (2000), parmi d'autres auteurs, essaient de minimiser le problème, soit à travers l'analyse *extreme bounds analysis*, soit à travers des moyennes pondérées des coefficients des moindres carrés ordinaires (MCO) ou encore au travers d'une analyse bayésienne. En outre, Durlauf et al (2008) présente l'incertitude comme un outil pour dépasser les limites de la connaissance des économistes et pour rendre les modèles économétriques encore plus puissants dans l'analyse économique à travers des probabilités et des approches *minimax* et surtout à travers l'habileté d'assigner des *payoffs* sous des modèles alternatifs. L'auteur aborde ce problème au moyen d'une stratégie économétrique bayésienne pour tester la robustesse de modèles de croissance alternatives.

## 4.2. CADRE EMPIRIQUE

Les études empiriques sur la croissance économique peuvent être classifiées en fonction du type d'information utilisée. Ainsi, nous distinguons des études en coupes transversales, en coupes longitudinales et en données de panel, ce qui correspond à des données en coupes transversales ou instantanées, à des données en coupes longitudinales et à des données de panel ou données croisées. Dans le premier cas, nous fixons la période considérée pour l'ensemble des individus ; dans le second cas nous fixons l'individu et nous obtenons les observations temporelles sur les différentes variables qui lui concernent, et finalement, dans le dernier cas nous avons plusieurs individus et plusieurs périodes.



Les études de croissance économique de données de panel sont devenues une des approches plus communes au sein de l'analyse empirique de la croissance (Durlauf et Quah (1999), Durlauf, Johnson et Temple (2004)). Nous la suivons dans cette étude car elle présente des avantages majeurs par rapport aux études avec des données *en coupes transversales*<sup>19</sup>. Les régressions en coupes transversales sont restées la procédure la plus utilisée dans les études économétriques de la croissance économique jusqu'au milieu des années quatre-vingt. Avec cette méthodologie, les analyses de régression de la croissance sont estimées en prenant en compte un échantillon de pays et une moyenne de croissance pendant une longue période de 25 à 30 ans, en supposant l'homogénéité de tous les paramètres. Des exemples d'application de cette procédure peuvent être trouvés, par exemple, au sein des travaux de Abramovitz (1986), Baumol (1986), Barro (1991), Barro et Sala-i-Martin (1991), Kyriacou (1991), Levine et Renelt (1992), Barro et Lee (1994), Mankiw, Romer et Weil (1992), et Benhabib et Spiegel (1994).

Depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, l'approche en données de panel gagne du terrain vis-à-vis de l'approche en coupes transversales *cross-section*. Elle permet d'inclure des informations supplémentaires en prenant en compte les variations parmi les pays et à l'intérieur de chaque pays, ce qui augmente l'efficacité des estimateurs. Un autre avantage important est la prise en considération du problème de l'hétérogénéité non observable des pays, du problème de l'omission et de l'endogénéité des variables.

Les régressions *cross-country* posent l'hypothèse que le terme d'erreur n'est pas corrélé avec les variables explicatives et par conséquent, l'équation peut être estimée en utilisant la méthode OLS. Cependant, si  $E(\varepsilon_i|x_i) \neq 0$  alors  $E(\hat{\beta}) \neq \beta$ , et de ce fait, il y a une corrélation avec les variables explicatives et par conséquent la méthode OLS ne peut pas être utilisée.

Une alternative a été avancée par Islam (1995) qui a développé une spécification du modèle empirique selon laquelle les effets individuels se divisent en des effets fixes et des effets temporels. De plus, l'hétérogénéité non observable peut être identifiée avec la

---

<sup>19</sup> Temple (1999a), p. 131, est de l'avis que "(...) *panel data studies will increasingly offer the best way forward for many questions of interest, especially as longer spans of data become available.*"



composante fixe des effets individuels ce qui permet l'élimination de ces effets de la régression.

L'utilisation de l'information pour éliminer les effets individuels de la régression peut être accomplie à travers l'introduction d'une variable *dummy* ou encore à travers la soustraction dans chaque observation de la moyenne de la période et après avoir utilisé l'estimation OLS. Cependant, dans les deux cas, il y aura des effets fixes des estimateurs : dans le premier cas, nous aurons les *least squares dummy variable estimator (LSDV)* et dans le second cas, le *within-groups estimator (WG)* qui exploite les différences parmi les pays. Le premier permet d'éliminer les biais qui résultent de l'omission d'autres déterminants de la croissance corrélés avec les variables « éducation et innovation ». Le résultat sera biaisé si ces variables sont des *proxies* parmi les déterminants qui ne sont pas observables et sont omis de la croissance car l'efficacité technologique de chaque pays dépend de caractéristiques particulières comme la culture, et les institutions.

Ces déterminants sont particulièrement importants dans le cas où les effets sur la croissance de ces variables ne changent pas assez au cours du temps et parmi les pays. Dans ce cadre, il sera important de vérifier cette influence en présence de ces effets fixes.

Une seconde source de biais dans les études empiriques de la croissance est le problème de l'endogénéité des régresseurs quand les variables du côté droit de l'équation sont corrélées avec le terme d'erreur. Selon Rodrik (2003), la géographie est le seul facteur de croissance qui, par sa nature, est une variable exogène. Les études empiriques basées sur des modèles de panel dynamique qui suivent la stratégie économétrique de Arellano et Bond (1991), Blundell and Bond (1998), et Blundell et al. (2001) sont devenues très populaires car elles permettent de résoudre les problèmes d'omission et d'endogénéité des variables. En effet, l'emploi des estimateurs DIFF-GMM et SYS-GMM s'est répandu au sein de l'analyse empirique de la croissance économique tout en suivant la stratégie des auteurs mentionnés.

L'économétrie des séries non stationnaires sur des données de panel a débuté au milieu des années quatre-vingt-dix et depuis nous assistons à une recherche à la fois

théorique et empirique qui ne cesse de se développer (Baltagi et Kao (2000), Baltagi (2001), et Breitung et Pesaran (2005)). Parmi d'autres disciplines de la science économique, la croissance économique parmi d'autres disciplines de la science économique s'est intéressée à ce sujet de recherche, notamment après l'article de Coe et Helpman (1995) et l'analyse critique qui s'est suivie (Kao et Chiang (1999,2000)).

Il est bien connu que les estimateurs pour des données de panel stationnaire ne peuvent pas s'appliquer à des données de panel non-stationnaire, ce qui signifie qu'il faut tester la stationnarité ou la non-stationnarité des séries des données de panel à travers des tests de stationnarité et de racine unitaire.

Pour dépasser le problème de la non-stationnarité des tests de stationnarité en séries temporelles, les auteurs ont utilisé le test de Dickey et Fuller (Dickey et Fuller (1979)). Ce problème a fait apparaître un nouveau champ de recherche pour analyser les propriétés de la non-stationnarité de ces données en essayant de répondre à la question suivante : quelle est la façon correcte pour analyser la question de la non stationnarité des données, le problème de la « *spurious* » régression et la cointégration sur des données en panel ? Peu d'attention a été donnée aux tests des racines unitaires sur des données en panels. Les études connues sont celles de Breitung et Meyer (1994), Quah (1994), Levin et Lin (1993), Im, Pesaran et Shin (1995), Maddala et Wu (1996). Et à partir de 1997, avec les travaux de Kao (1997), des études sont apparues incluant des tests de cointégration et des estimations avec des modèles de régression sur des données de panel (cf. McCoskey et Kao (1998), Pedroni (1996, 1997) et Moon et Philipps (1998)). C'est avec les études de Kao et Chiang (1999, 2000) qu'est apparu l'estimateur dynamique OLS pour l'analyse des modèles sur des données en panel cointégrées. Notre analyse empirique sera fondée sur cet estimateur étant donné la non-stationnarité des variables choisies dont nous avons fait la cointégration.

Le logiciel STATA 11 avec la nouvelle commande *xtunitroot* met en œuvre une série de tests de racine unitaire ou de stationnarité dans les ensembles de données en panel : le test de Levin, Lin et Chu (2002), de Harris et Tzavalis (1999, 2000) , de Breitung et Das (2005), de Im, Pesaran et Shin (1995), et du type Fisher (Choi 2001) ont l'hypothèse nulle quand toutes les données en panel contiennent une racine unitaire ; le test de Hadri



(2000), test multiplicateur de Lagrange (LM), admet comme hypothèse nulle que tous les panels sont (*tendance*) stationnaires. La majorité des tests supposent que nous avons un ensemble de données en panel équilibré, mais les tests d'Im, Pesaran et Shin (1995) et du type Fisher permettent des données en panel asymétriques.

Dans notre étude, nous allons utiliser le test de stationnarité de Hadri et le test de Pesaran (2006) nommé *pescadf*. Ce dernier test est un test t qui adapte le test IPS avec correction de la dépendance sectionnelle des données.

Le CADF est le test proposé par Pesaran (2006) et nous avons l'hypothèse nulle quand les séries sont non-stationnaires. Avec ce test, nous éliminons la *cross-dependence*. Le test de Hadri (2000) a été corrigé de la dépendance sectionnelle par l'élimination des moyennes individuelles et l'hypothèse nulle signifie que la variable est stationnaire pour tous les individus. Les valeurs des statistiques prennent en compte la dépendance sectionnelle.

#### **4.2.1. BASE DE DONNEES**

La nouvelle littérature de la croissance économique qui a débuté dans les années quatre-vingt du siècle passé, a développé un agenda de recherche très riche que ce soit au niveau théorique ou empirique. Dans ce dernier cas, il s'agissait de tester la robustesse des théories de croissance alternatives ainsi que les prédictions de politique économique de la croissance qui en découlent. L'essor que l'analyse empirique de la croissance économique a subi pendant cette période, et qui continue jusqu'à nos jours, constitue véritablement un phénomène. Cela s'explique, en partie, par le développement préalable de bases de données internationales adéquates mises à la disposition de la communauté mondiale des chercheurs, l'existence de l'ordinateur personnel, le développement de l'économétrie puis des logiciels de statistique et d'économétrie. Il faut remarquer qu'il s'agit d'un processus cumulatif, ce que signifie que ces conditions préalables se sont développées considérablement avec la progression de la recherche empirique sur la croissance économique. Par exemple, des bases de données se sont multipliées du fait que l'analyse empirique progressait et il fallait tester des variables de

croissance ou des théories de la croissance économique. Sans doute, la base de données la plus utilisée depuis longtemps est celle de Summers et Heston (1988, 1991), selon la *Social Science Citation Index*, cependant celle de Maddison (1995, 2001, 2003, 2007) est aussi très importante, elle a été utilisée par Barro et Sala-i-Martin dans leurs études de croissance économique.

Dans ce qui ce suit, nous utiliserons la base de données CANA (2011) qui est une base plus spécifique, élaborée afin de tester des modèles issues de la théorie des SNI, notamment les modèles QH. Après une révision des méthodologies utilisées dans les bases de données de l'OCDE et du MERIT (CAIT), la base de données CANA (2011) a une énorme avantage car elle comble le problème du manque des longues séries de données au niveau des SNI, ce qui va nous permettre de tester à travers l'analyse économétrique et pour la première fois, dans cette thèse de doctorat, le modèle et les prédictions de la théorie QH.

La recherche au sein de la littérature des SNI et de leur pertinence pour la croissance économique et la compétitivité (Lundvall et al. (2009)) fait appel aux données statistiques disponibles pour de grands échantillons de pays et réalise des études quantitatives des capacités économiques et sociales des Nations et les impacts des SNI sur la croissance et le développement des processus (Archibugi et Coco (2004), Fagerberg et al. (2007), Castellacci et Archibugi (2008)). Cette recherche empirique souffre cependant d'une limite importante : le problème du manque de données car la majorité des variables, qui sont importantes pour mesurer les caractéristiques et l'évolution des SNI, ne sont disponibles que pour un échantillon restreint d'économies et pendant une durée limitée. Par conséquent, les analyses *cross-country* sont généralement contraintes de prendre une des décisions suivantes : soit elles se concentrent sur un petit échantillon de pays pour une période de temps relativement longue, soit elles se concentrent sur une période de temps très courte pour un large échantillon des pays. Les deux alternatives posent des problèmes : si la première alternative néglige l'étude des SNI dans les économies moins développés, par contre la seconde néglige l'étude de la dynamique et l'évolution des SNI au fil du temps.

Castellacci et Natera (2011) proposent, avec CANA, une troisième alternative qui, à travers l'utilisation des méthodes d'imputation multiple, permet d'estimer les données manquantes et d'obtenir une base de données plus complète pour tous les pays et pendant une longue période.

La méthode d'imputation multiple représente une approche statistique moderne qui vise à surmonter les problèmes de données manquantes et qui a été présentée pour la première fois par Rubin (1987). Castellacci et Natera (2011) en utilisant cette nouvelle méthode ont construit la nouvelle base de données (CANA) qui n'a aucune valeur manquante. L'ensemble des données comprend quarante et un indicateurs mesurant six variables ou dimensions-clés spécifiques à chaque pays : la capacité d'innovation technologique, le système d'éducation et le capital humain, les infrastructures, la compétitivité économique, les facteurs politiques et institutionnels, et le capital social. CANA fournit une base de données statistique riche et complète sur 134 pays pour la longue période de 1980-2008 (pour un total de 3886 observations par pays et par année).

L'analyse empirique sur cet ensemble de données montre sa fiabilité et son utilité pour de futures études empiriques en *cross-country* qui envisagent l'étude empirique des SNI, la croissance ou encore le développement.

#### **4.2.1.1. CANA ET LA METHODE IMPUTATION MULTIPLE**

Pour présenter la méthode « imputation multiple », nous allons suivre les travaux de Honaker et King (2010a). Nous allons présenter l'ensemble des données et des indicateurs de CANA, effectuer une analyse descriptive de leurs caractéristiques principales et indiquer les variables que nous avons sélectionnées pour illustrer notre modèle QH.

Le SNI développé dans les années 1990 traite de l'ensemble des facteurs qui façonnent l'innovation, de la capacité d'imitation des pays, et de comment ces facteurs contribuent à expliquer les différences entre les pays en ce qui concerne la croissance économique et la compétitivité (Lundvall (1992), Edquist (1997)). Ces études empiriques se sont d'abord concentrées sur les économies avancées de la zone OCDE

(Nelson (1993)). Cependant, la littérature des SNI s'est récemment réorientée vers l'étude empirique dans le contexte du développement et des économies moins développées (Lundvall et al. (2009)).

Un défi bien connu pour la recherche appliquée dans ce domaine est de savoir comment opérationnaliser l'innovation dans les systèmes d'innovation et comment mesurer une notion si complexe et multiforme comme celle du SNI et sa relation avec la performance économique des pays. Des études quantitatives des SNI ont jusqu'à présent utilisé deux méthodes différentes bien que complémentaires. La première approche est ancrée dans la littérature traditionnelle de la technologie et de la convergence (Abramovitz (1986), Verspagen (1991), Fagerberg (1994)). Elle porte sur quelques variables-clés, qui expliquent (ou résument) les différences entre les pays concernant leur capacité d'innovation ainsi que leurs différentes capacités à faire de l'imitation, et sur une analyse comparative de la relation empirique entre ces facteurs d'innovation et d'imitation et les différences entre les pays en ce qui concerne la croissance du PIB par habitant (Fagerberg et Verspagen (2002), Castellacci (2004, 2008 et 2011), Fagerberg et al. (2007)). La motivation principale de ce type d'études est d'analyser la dynamique et l'évolution des systèmes d'innovation sur une longue période (par exemple, à partir des années 1970 ou 1980 et après), mais doit se concentrer pour cette raison, sur un échantillon plus restreint de pays (par exemple entre 70 et 90 pays).

La seconde approche est basée sur la construction et l'analyse descriptive des indicateurs composites. Elle reconnaît la nature complexe et multidimensionnelle des SNI et essaie de mesurer leurs caractéristiques en considérant un grand ensemble de variables représentant des dimensions distinctes de leurs capacités technologiques, et puis en les combinant pour former un seul indicateur composite - qui peut être interprété comme une mesure approximative de la position relative d'un SNI d'un pays vis-à-vis des autres systèmes nationaux. Dosi et al. (2002) et Archibugi et Coco (2004), Godinho et al. (2006), Castellacci et Archibugi (2008) et Fagerberg et Srholec (2008) ont utilisé cette dernière approche.

Considérant les deux approches ensemble, il est alors clair que les chercheurs souhaitent réaliser des analyses quantitatives des systèmes d'innovation qui sont souvent



confrontées à un dilemme en ce qui concerne les données qu'ils décident d'utiliser. Les deux solutions qui sont communément adoptées par les chercheurs, sont problématiques. Si l'analyse économétrique met l'accent sur le comportement dynamique d'un échantillon restreint d'économies, les paramètres qui sont estimés par la norme régression *cross-country* ne sont pas représentatifs de l'économie mondiale, et donc ils ne fournissent aucune information sur le reste des pays. En termes économétriques, les résultats de la régression donneront toujours une estimation biaisée du rôle des capacités d'innovation et d'imitation des pays. En revanche, si l'étude appliquée décide d'examiner un échantillon avec un plus grand nombre de pays (y compris ceux en développement), comme c'est le cas dans l'approche de l'indicateur composite, l'analyse néglige largement les dimensions dynamiques ce qui est vraiment regrettable puisque c'est précisément l'étude de l'évolution dynamique des systèmes nationaux qui représente l'une des principales motivations des théories des SNI.

Selon Castellacci et Natera (2011), la base de données CANA surmonte tous ces problèmes.

Les méthodes d'imputation multiples ont d'abord été introduites il y a deux décennies par Rubin (1987). L'auteur fournit une méthodologie statistique appropriée et efficace pour estimer les données manquantes. L'idée générale concernant cette approche peut être résumée comme suit (cf. Rubin (1996), Schafer et Olsen (1998), Horton et Kleinman (2007)) : étant donné un ensemble de données qui comprend à la fois les valeurs observées et des valeurs omises, ces dernières sont estimées en faisant usage de toutes les informations disponibles (c'est-à-dire des données observées). Cette estimation est répétée  $m$  fois, de sorte que  $m$  différents ensembles de données soient générés. Honaker et King (2010b) ont très récemment introduit au sein de cette approche statistique générale, une nouvelle méthode d'imputation multiple qui est spécifiquement développée pour faire face aux données en panel. Au cours des dernières années, ce type de données est de plus en plus utilisé pour les analyses *cross-country* dans les domaines de la croissance économique et du développement. Toutefois, les données manquantes introduisent de graves problèmes de *biais* et d'efficacité. Selon Honaker et King (2010b), la méthode est particulièrement intéressante parce que



l'algorithme d'imputation multiple exploite efficacement la nature de l'ensemble de données du panel et permet, entre autres choses, de prendre en compte la question du *cross-country* en introduisant une hétérogénéité des effets fixes et spécifiques à chaque pays et des effets temporels de tendance spécifiques à chaque pays.

Supposons que nous avons une absence de données au sein de la matrice  $X$ , composé de  $p$  variables (colonnes) et  $n$  observations (lignes). Chaque élément de cette matrice,  $x_{ijt}$ , représente la valeur du pays  $i$  pour les variables  $j$  au temps  $t$ . La matrice de données est composée de deux valeurs, les observées et les manquantes :  $X = \{XOBs ; XMIs\}$ . Pour l'ensemble des données, nous définissons une matrice de valeurs manquantes  $M$  telle que chacun de ses éléments prend la valeur 1 si elle est manquante et 0 si elle est observée. Nous introduisons ensuite la transformation de matrice simple:  $XOBs = X * (1 - M)$ , afin que les ensembles de données de la matrice contiennent à présent des valeurs nulles plutôt que des valeurs manquantes (pour plus de détails sur cette méthodologie, voir Honaker et King (2010b), p. 576).

Nous présentons maintenant les principales caractéristiques de l'ensemble des données de panel de la base CANA. Cet ensemble complet que les auteurs ont obtenu contient des informations sur un grand nombre de variables pertinentes, et sur un nombre très large de pays. Plus précisément, pour 34 indicateurs, ils ont obtenu des données complètes pour 134 pays pour toute la période 1980 - 2008 (soit 3886 observations pays-année).

Étant donné que le concept des SNI est complexe, multiforme et contient un grand nombre de facteurs pertinents qui interagissent les uns avec les autres, cette base de données adopte également une vision multidimensionnelle. Les auteurs représentent les SNI comme étant composés par six dimensions principales : (1) l'innovation et les capacités technologiques ; (2) l'éducation et le capital humain ; (3) les infrastructures ; (4) la compétitivité économique ; (5) le capital social ; (6) les facteurs politiques et institutionnels.

L'idée sous-jacente est la suivante : c'est la dynamique et les interactions complexes entre ces six dimensions qui représentent la force motrice du développement social et

économique des SNI, ce qui coïncide avec la théorie QH et les conclusions du chapitre 2.

Les auteurs présentent une liste de 41 indicateurs inclus dans la base de données CANA, et comparent quelques statistiques descriptives de l'ensemble des données de panel (complet) avec ceux de la variable correspondante dans les sources originales de données (incomplète). Dans la dernière colonne de cette liste, les auteurs montrent la part des données manquantes présente dans les sources de données d'origine, qui est assez élevée. Une comparaison indique que les statistiques descriptives de la version complète des données sont en effet très proches de celles des sources originales – ce qui donne une première indication importante de la qualité et de la fiabilité des données CANA.

La méthodologie pour construire l'ensemble des données et des indicateurs s'est déroulée en quatre étapes :

- dans la première étape, les auteurs ont recueilli un nombre total de 55 indicateurs à partir des bases de données accessibles au public parmi une variété de sources différentes. Ce vaste ensemble d'indicateurs couvre un large éventail de variables qui sont potentiellement pertinentes pour mesurer les dimensions spécifiques ou les différentes hélices d'innovation de chaque pays. Cet ensemble de données initiales contient aussi un grand nombre de valeurs manquantes pour de nombreux pays ; les auteurs ont étudié les interactions entre ces dimensions et ont effectué une analyse des séries chronologiques multi-variées ;

- dans la deuxième étape, suivant Honaker et King (2010), les auteurs ont mis en place la procédure d'imputation multiple et ont calculé l'algorithme d'imputation pour chacune des six dimensions. Afin d'atteindre un niveau d'efficacité élevé, les auteurs ont pris  $m = 15$ , soit quinze ensembles de données complets ont été estimés pour chacune des six dimensions. Ils ont ensuite combiné ces quinze ensembles de données en un ensemble unique : la base de données CANA. Cette base est une matrice contenant l'information pour toutes les variables pertinentes, pour 3886 observations (134 économies sur toute la période 1980-2008) ;

- troisièmement, les auteurs ont effectué une évaluation approfondie de chacune de ces 55 variables afin d'analyser la qualité des données imputées et la mesure dans laquelle le nouvel ensemble de données peut être considéré comme une extension bonne et fiable des données originales. En bref, le résultat principal de ce travail d'évaluation est que la méthode d'imputation multiple a été un succès pour 34 indicateurs, que les auteurs ont ensuite inclus dans la version finale de la base de données ;

- quatrièmement, les auteurs ont répété la procédure d'imputation pour tous les autres indicateurs et pour un nombre de pays plus petit. Après un contrôle rigoureux de la qualité de ce second tour d'imputations multiples, les auteurs ont décidé d'inclure sept indicateurs supplémentaires dans la version finale de la base de données. En conclusion, la version définitive de la base de données CANA contient un nombre total de 41 indicateurs (une couverture complète de 34 pays puis un plus petit échantillon de sept), tandis que les autres 14 indicateurs ont été rejetés et non inclus dans la base de données. Pour chacune des six dimensions, les auteurs ont inclus dans le modèle d'imputation quatre autres variables: (1) le PIB par habitant, (2) la moyenne d'années de scolarité, (3) la moyenne de la consommation d'électricité, et (4) la corruption. Ces quatre variables ont été introduites dans le but d'améliorer la précision des résultats d'imputation pour ces variables avec des données manquantes. Pour chacune des six dimensions, les auteurs ont aussi construit un indicateur composite et évalué son évolution au cours du temps.

Notre base de données a été construite à partir de CANA et en prenant en compte la théorie d'innovation QH.

Notre échantillon est constitué, sur la période 1980 à 2008, par vingt-huit pays de l'OCDE à savoir : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Chine, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suisse et USA. Les variables de notre modèle sont le PIB réel à prix constants en dollar international (Y), la force de travail (L), la dépense publique en éducation (ge), la dépense publique en santé (gh), les dépenses publiques en infrastructures (gi), le progrès technique (A) et le produit des UIPs (x).



Selon la théorie QH le progrès technique est le résultat de l'interaction des quatre hélices d'innovation et nous avons choisi au sein de CANA les *proxies* :

- A1- Crédit domestique du secteur bancaire
- A 2- Dépenses publiques en éducation
- A 3- Sentiment de bonheur
- A 3- Utilisation d'internet pour chaque 1000 personnes

En ce qui concerne le produit des UIPs, c'est-à-dire le produit des universités et des infrastructures technologiques, nous avons choisi le nombre d'entreprises créées versus celles détruites, les brevets et co-brevets, les activités de recherche conjointes, les alliances technologiques industrielles, les collaborations de recherche et le développement produit. Selon les données disponibles dans CANA, nous avons sélectionné :

- X1- Articles scientifiques et techniques
- X2- Brevets aux EUA pour pays d'origine
- X3- Royalties et paiements des licences

<b>Définition des Variables Choisies selon la Base de Données CANA</b>	<b>Source</b>
<b>Royalty and license fees payments.</b> Payment per authorized use of intangible, non-produced, non-financial assets and proprietary rights and for the use, through licensing agreements, of produced originals of prototypes, per GDP. ( <b>x3di1royag</b> )( <b>proxie X</b> )	USPTO
<b>US Patents granted per Country of Origin.</b> Number of utility patents granted by the USPTO by year and Inventor's Country of Residence per inhabitant. ( <b>x2di6pat</b> ) ( <b>proxie X</b> )	USPTO
<b>Scientific and technical journal articles.</b> Number of scientific and engineering articles published in the following fields: physics, biology, chemistry, mathematics, clinical medicine, biomedical research, engineering and technology, and earth and space sciences, per million people. ( <b>x1di7art</b> ) ( <b>proxie X</b> )	World Bank ; National Science Foundation
<b>Domestic Credit by Banking Sector.</b> Includes all credit to various sectors on a gross basis, with the exception of credit to the central government, which is net, as a share of GDP. ( <b>Pt1ec14g</b> ) ( <b>proxie A</b> )	World Bank
<b>Openness Indicator.</b> (Import + Export)/GDP. PPP, 2000 USD ( <b>Pt2ec16oi</b> ) ( <b>proxie A</b> )	UNCTAD
<b>Mean years of schooling.</b> Average number of years of school completed in population over 14. ( <b>ge2es10sm</b> ) ( <b>proxie ge</b> )	Barro and Lee (2001) ; World Bank
<b>Public Expenditure on Education.</b> Current and capital public expenditure on education. ( <b>ge1es12ec</b> ) ( <b>proxie ge</b> )	UNESCO
<b>Telecommunication Revenue.</b> Revenue from the provision of telecommunications services such as fixed-line, mobile, and data, % of GDP. ( <b>gili3teler</b> ) ( <b>proxie gi</b> )	World Bank
<b>Electric power consumption.</b> Production of power plants and combined heat and power plants less transmission, distribution, and transformation losses and own use by heat and power plants. ( <b>gi2i4elec</b> ) ( <b>proxie gi</b> )	World Bank
<b>Internet users per 1000 people.</b> People with access to the worldwide web network divided by the total amount of population. ( <b>Pt3i5inteu</b> ) ( <b>proxie A</b> )	World Bank
<b>Registered carrier departures worldwide.</b> Domestic takeoffs and takeoffs abroad of air carriers registered in the country, per 1000 inhabitants. ( <b>gi3i8carrd</b> ) ( <b>proxie gi</b> )	World Bank
<b>Freedom of Speech.</b> Extent to which freedoms of speech and press are affected by government censorship, including ownership of media outlets. Index from 0 (Government censorship) to 2 (No Government Censorship). ( <b>I3pf8prefh</b> ) ( <b>proxie L</b> )	Cingranelli and Richards (2008)
<b>Physical integrity human rights.</b> Index constructed from the Torture, Extrajudicial Killing, Political Imprisonment, and Disappearance indicators. It ranges from 0 (no Government respect) to 8 (full Government respect). ( <b>gh1pf10pi</b> ) ( <b>proxie gh</b> )	Cingranelli and Richards (2008)
<b>Political Rights.</b> People's free participation in the political process. It ranges from -7 (low freedom) to -1 (total freedom). ( <b>I1pf12por</b> ) ( <b>proxie L</b> )	Freedom House
<b>Civil Liberties.</b> People's basic freedoms without interference from the state. It ranges from -7 (low freedom) to -1 (total freedom). ( <b>I2pf13ci1</b> ) ( <b>proxie L</b> )	Freedom House
<b>Freedom of Association.</b> Extent to which freedom of assembly and association is subject to actual governmental limitations or restrictions. Index from 0 (Total restriction) to 2 (no restriction). ( <b>I3pf14fra</b> ) ( <b>proxie L</b> )	Cingranelli and Richards (2008)

<b>Feeling of Happiness</b> . Index ranging from 3 (very happy) to 0 (not happy). (Pt3sc24happf) (proxie A)	World Values Survey
---	---------------------

Tableau 3. Définition des variables choisies (Source : CANA 2011)

### 4.3. ÉTUDE EMPIRIQUE

Nous allons estimer la fonction de production de notre modèle théorique (voir ci-dessus) via l'estimateur DOLS puisque nous avons des variables non-stationnaires intégrées d'ordre 1. La stratégie économétrique suivie a été la suivante. Premièrement, les variables ont été transformées en logs et les variables exactes ont été converties par box-cox (cf. annexe du chapitre 4). Deuxièmement, nous présentons un résumé statistique ; troisièmement, nous étudions la caractéristique de stationnarité des séries. Et finalement, nous estimons les coefficients du système de cointégration à travers les estimateurs DOLS.

En effet, Kao et Chiang (1999) ont démontré que contrairement aux estimateurs OLS dont les distributions asymptotiques ont une moyenne non nulle, celles des estimateurs FM (*fully-modified*) et DOLS ont une moyenne nulle. En plus, les auteurs ont prouvé que les estimateurs DOLS sont plus performants que les estimateurs FM. Par la suite, nous présenterons les équations à partir desquelles les coefficients  $\beta$  seront estimés par les estimateurs DOLS et nous nous sommes inspirés des travaux de Kao et al. (1999) dans cette présentation.

Le système ci-dessus est un système de cointégration ( $y_{it}$  cointégré avec  $x_{it}$ ) :

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}'\beta + \mu_{it}$$

avec  $i=1, \dots, N$  et  $t=1, \dots, T$

où  $\{y_{it}\}$  - a la dimension  $1 \times 1$  ;

$\{\alpha_i\}$  - représente les intersections ;

$\beta$  - le vecteur des coefficients de pente des  $k$  paramètres, avec la dimension  $k \times 1$  ;

$\{\mu_{it}\}$  - le terme d'erreur et

$\{x_{it}\}$  - représente k processus intégrés d'ordre 1, pour tout i, avec  $x_{it} = x_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$ .

L'estimateur DOLS du vecteur  $\beta$ ,  $\hat{\beta}_{DOLS}$ , résulte de l'estimation de l'équation suivante :

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}'\beta + \sum_{j=-q_1}^{q_2} c_{ij}\Delta x_{it+j} + v_{it}$$

$$\mu_{it} = \sum_{j=-q_1}^{q_2} c_{ij}\varepsilon_{it+j} + v_{it}, \text{ avec } \sum_{j=-\infty}^{\infty} \|c_{ij}\| < \infty$$

$\{v_{it}\}$  est une série stationnaire avec moyenne nulle, les séries  $\{v_{it}\}$  et  $\{\varepsilon_{it}\}$  ne sont pas corrélées ni de façon contemporaine, ni pour tous les délais et avances considérées.

Rappelons brièvement le modèle théorique que nous testerons.

Nous avons spécifié un modèle à un seul secteur où l'innovation est réalisée avec la même technologie que celle du produit final et des inputs où toute la société participe au processus d'innovation. Nous supposons la présence de complémentarités entre toutes les unités de production intermédiaires et ainsi que le flux des dépenses publiques est une proportion fixe de l'output agrégé. Du côté de la demande, les habitants de cette économie participent à l'innovation à travers des activités de co-crédation, de diffusion, d'applications du travail ou encore à travers la consommation. Ces citoyens sont la quatrième hélice ou pilier du modèle d'innovation QH.

Dans notre modèle, il y a un bien final,  $Y(t)$ , produit avec du travail constant,  $L(t)$ , les dépenses publiques,  $G(t)$ , et des inputs non-durables,  $x_i(t)$ , dans un nombre  $A(t)$  d'unités de production intermédiaires  $i$  ( $i = 0 \dots A$ ). Chaque unité de production intermédiaire (UIP) est associée à une nouvelle innovation  $i$ ; le rôle du gouvernement consiste à fournir un bien public pur sous la forme des dépenses du gouvernement consacrées à l'éducation, à la santé, aux infrastructures, aux services technologiques et d'innovation et aux régulations – ce qui augmente la productivité de tous les inputs de la même façon. Dans notre version, on suppose qu'à chaque période  $t$ , les dépenses publiques productives  $G(t)$  sont une fraction constante de l'output  $Y(t)$  :

$$G(t) = \tau Y(t), \quad 0 < \tau < 1,$$



L'académie et les infrastructures technologiques tout comme les entreprises sont conçues comme ayant le même rôle productif dans cette économie. Ils constituent les Unités de Production Intermédiaires (UPIs)  $i$  ( $i = 0...A$ ) et contribuent à la production de l'output global  $Y(t)$  en produisant des inputs non-durables  $x_i(t)$ . Aussi et en accord avec Afonso et al. (2012), il existe des complémentarités entre les inputs UIP dans la fonction de production pour  $Y(t)$ .

La fonction de production est la suivante pour  $Y(t)$  :

$$Y(t) = L(t)^{1-\alpha-\beta} G(t)^\beta \left( \int_0^{A(t)} x_i(t)^\gamma di \right)^\phi,$$

Et, le système de cointégration estimé, d'après la formulation plus générale est le suivant :

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 wforce_{it} + \beta_2 edu_{it} + \beta_3 sante_{it} + \beta_4 inf_{it} + \beta_5 inov_{it} + \beta_6 ipus_{it} +$$

$$u_{it} = \sum_{j=-q_1}^{q_2} c_{ij} \varepsilon_{it+j} + v_{it}$$

$$avec i=1, \dots, N; t=1, \dots, T; q_1, q_2=1$$

Nous avons sélectionné les *proxies* présentés pour les variables du modèle en tenant compte du résumé statistique suivant :

Variable	Moyenne	Std Dev.	Min.	Max	N
Feeling of Hapiness	2.175028	0.1632697	1.625	1.458496	696
Civil Liberties	-1.408908	0.7680368	-5	-1	696
Freedom of Speech	1.739272	0.4493781	0	2	696
Domestic Credir By Bank Sector	4.586973	0.487245	3.025217	5.745512	696
Openess Indicator	-0.72975	0.492803	-2.004073	0.6324733	696
Internet User per 1000 people	1.402936	2.023416	-5.2533	4.4998	696
Scientific and technological Journal Articles	-7.7672	0.7642392	-12.6883	-6.66374	696
US Patent granted per country of Origin	-1.2281	1.46583	-1	1.125838	696
Royalties and licenses fees payments	-5.9211	1.59017	2	-11.38287	696
Telecommunication revenue	0.7807891	0.3908293	-0.6963529	1.964775	696
Electric Power Consumprion	8.853527	0.6019665	7.351524	10.51468	696
Registered Carriers Departure	2.454844	1.016401	-0.7925233	4.409065	696
Physical integrity human rights	1.970099	0.1467321	1.098612	2.079442	696
Trust	3.395103	0.1739361	2.917771	3.837465	696
Gini Index	3.395103	0.1739361	2.917771	3.837465	696
Public Expenditure on education	1.640286	0.2413287	0.6372862	2.208449	696
Mean Years of Scholling	2.252325	0.1696689	1.710224	2.56648	696
Tertiary Enrollment	3.73136	0.5506793	0.9743264	4.59304	696
Political rights	0.7725174	0.3116738	0.6931472	2.484907	696
Freedom of Association	1.335083	0.120246	0.6931472	1.386294	696

Tableau 4. Résumé statique des variables choisies dans la source CANA 2011

Ensuite, nous avons effectué des tests de racines unitaires. Le Stata11 avec la nouvelle commande *xtunitroot* met en œuvre une série de tests de racine unitaire ou de stationnarité dans l'ensemble des données du panel.

Le test de Hadri (2000), test multiplicateur de Lagrange (LM) a hypothèse nulle quand toutes les données en panel sont (tendance) stationnaire. Le CADF est le test



proposé par Pesaran (2006) (*pescadaf*) et nous avons l'hypothèse nulle quand les séries sont non-stationnaires. Dans notre étude, nous allons utiliser ces deux tests car il s'agit d'un test de stationnarité et d'un test de racine unitaire. De plus, le test de Pesaran (2006) corrige la dépendance sectionnelle. Pour chaque variable, nous présentons dans le tableau 5 les résultats des tests CADF et des tests de Hardi et pour chacun, on a une colonne sans tendance (C) et une colonne avec constante et tendance (T). En ce qui concerne le test CADF, sont les valeurs de la statistique  $tbar$  pour C et pour T qui sont dans le tableau et les valeurs de la statistique  $z$  pour le cas C et T dans les colonnes du test Hadri.

Pour le CDAF, si la valeur de  $tbar$  est inférieure en module à la valeur critique des statistiques à 10%, 5% et 1% alors nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle.

Dans le cas du test de Hadri si le niveau de probabilité est non supérieur à 10% l'hypothèse nulle est rejetée.

VARIABLES	CADF		HADRI	
	C	T	C	T
l_rgdpcht	-1.665	-1.549	34.0911***	23.3866***
l_pt1ec14credeg	-1.752	-2.076	28.5650***	21.1623***
l_ge1es12educe	-2.608***	-2.833***	32.1625***	5.0023***
l_workert	-1.462	-1.705	18.2197***	2.1308**
l_x3di1royag	-2.306***	-2.471	16.5450***	12.7762***
l_x2di6patecap	-1.905	-2.581	31.1581***	6.4813***
l_ge2es10schom	-3.215***	-3.383***	39.9935***	8.9196***
l_gi1i3teler	-2.406***	-2.275	27.8273***	13.6837***
l_gh2sc20trust	-2.875***	-2.978***	11.0361***	10.9915***
l_l2pf13civil_T	0.160	-0.539	25.4473***	14.9295***
l_l2pf13civil	0.143	-0.398	27.0989***	14.5466***
l2pf13civil	0.057	-0.261	30.7146***	15.7252***
l_pt3sc24happf_T	-3.112***	-3.287***	1.9205**	2.9506**
l_pt3sc24happf	-3.098***	-3.283***	2.4562*	2.8618**
pt3sc24happf	-3.126***	-3.292***	1.4407*	3.0465**
l_l3pf8presh_T	-1.517	-2.380	16.0407***	11.6879***
l_l3pf8presh	-1.513	-2.382	15.9392***	11.5553***
l3pf8presh	-1.503	-2.388	15.5018***	10.9984***

Rejection de l'hypothèse nulle : \*10% ; \*\*5% ; \*\*\*1%

Tableau 5. Analyse des tests de racine unitaire HARDI et CADF

Les résultats des tests de Hadri rejettent toujours la stationnarité des séries. Dans le cas des tests CADF, parfois l'hypothèse nulle est exclue, cependant les résultats conjoints des deux types de tests permettent de conclure que les séries sont non-stationnaires et nous allons donc utiliser la méthodologie DOLS.

#### 4.4. RESULTATS

C'est avec les travaux de Kao et Chiang (1999) qu'est apparu l'estimateur dynamique OLS pour l'analyse des modèles avec des données en panel cointégrées comme c'est notre cas. Nous allons utiliser cette méthode dans notre étude.



La stratégie empirique suivie a été la suivante : nous avons commencé par estimer notre modèle avec un petit nombre de variables explicatives, modèles (1) à (5), pour terminer avec cinq variables explicatives dans les modèles de (6) à (9). Dans les modèles (7), (8) et (9), nous avons des variables explicatives en logarithmes, avec des transformations en box-cox et sans aucune transformation.

Dans le modèle 1, le logarithme du crédit domestique pour le secteur de la banque, le logarithme des dépenses publiques en éducation et le logarithme de la force de travail sont positivement corrélés et influencent de façon positive le produit per capita des pays. Ce premier modèle contient seulement des *proxies* pour le progrès technique, les dépenses publiques en éducation et la force de travail.

Le modèle 2 est celui qui présente le R-carré le plus bas et avec l'introduction de la variable logarithme de l'utilisation des brevets enregistrés par pays d'origine, la variable éducation est devenue négativement corrélée avec les autres variables et avec le produit par tête.

L'introduction du logarithme de la variable royalties et paiements des licences au modèle 3 permet de maintenir la corrélation positive entre toutes les variables et elles influencent positivement le produit par tête.

La substitution du logarithme des dépenses publiques en éducation par le logarithme de la moyenne d'années de scolarité au modèle 4 améliore notre modèle.

C'est dans le modèle 5 que nous introduisons une proxy des dépenses publiques en infrastructures technologiques et pour le produit des UIPs avec une corrélation positive entre elles et celles-là influencent positivement Y.

Le modèle 6 introduit une proxy pour les dépenses publiques en santé et maintient une proxy pour les dépenses publiques en infrastructures, pour le progrès technique, la force de travail, et pour le produit des UIPs avec une corrélation positive entre elles et influencent de façon positive Y ce qui confirme ainsi les conclusions des chapitres derniers.

Les modèles 7 utilisent la variable libertés civiles, proxy de A, c'est-à-dire du progrès technique en logarithme, simple et en box-cox et nous concluons que le modèle 7.1 avec cette variable en box-cox est meilleur, étant donnée son R-Carré. Ici la variable

libertés civiles est négativement corrélée avec les autres variables et le produit en tant que variable box-cox et variable normale. Cette proxie influence positivement le produit et les autres variables seulement en logarithmes.

Dans les modèles 8, nous introduisons une autre proxie pour A, liberté de parole que nous avons testée en logarithme, box-cox et normal. Ici, le meilleur modèle est le 8.3 où toutes les variables ou proxies du produit des UIPs, des dépenses publiques des infrastructures et du progrès technique sont positivement corrélées entre elles et avec Y.

Dans les derniers modèles, nous avons introduit le sentiment de bonheur, une autre *proxie* pour A et nous avons obtenu comme meilleur modèle le 9.3 où les proxies pour l'infrastructure technologique, pour le produit des UIPs, le progrès techniques sont positivement corrélés et influencent positivement le produit.

#### **4.5. REMARQUES FINALES**

Avec tous ces modèles, nous avons pu illustrer le cadre théorique de notre économie de l'innovation à la lumière de la théorie de l'innovation QH. Nous avons démontré le rôle équivalent et également important des quatre hélices où l'innovation est le moteur de la croissance et est renforcée par toute la société, dans une structure à un seul secteur productif. Dans ces modèles, nous avons aussi démontré que les dépenses publiques ont un rôle économique important car une augmentation dans les dépenses du gouvernement élève la croissance économique mais nous n'avons pas réussi à avoir un bon modèle avec tous les proxies des dépenses publiques en éducation, infrastructures technologiques et santé.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7.1)	(7.2)	(7.3)	(8.1)	(8.2)	(8.3)	(9.1)	(9.2)	(9.3)
Telecommunication Revenue (gili3teler)					0,1061 (0,0300)	0,0592 (0,0296)	0,0628 (0,0298)	0,0554 (0,0298)	0,0330 (0,2988)	0,9906 (0,0297)	0,9952 (0,0297)	0,1013 (0,0297)	0,0821 (0,0285)	0,0812 (0,0286)	0,0829 (0,0284)
Trust (gh2sc20tt)					0,3064 (0,0595)										
Workert	0,9509 (0,0917)	0,9295 (0,0833)	0,9508 (0,0887)	0,9397 (0,0778)	0,9395 (0,0666)	0,9272 (0,0657)	0,9538 (0,0657)	0,9550 (0,0656)	0,9565 (0,6542)	0,9394 (0,0660)	0,9394 (0,0660)	0,93947 (0,0664)	0,96246 (0,0628)	0,9626 (0,0629)	0,9622 (0,0627)
US Patents granted per Country of Origin (x2di6patp)		0,1418 (0,2991)			0,1256 (0,0243)	0,1351 (0,0240)	0,1054 (0,0240)	0,103 (0,0240)	0,09853 (0,0239)	0,11928 (0,0422)	0,1195 (0,2422)	0,12055 (0,0242)	0,08534 (0,0229)	0,08424 (0,0230)	0,08636 (0,0229)
Freedom of Speech (l3pf8prefh)										0,1827 (0,0771)	0,1692 (0,0744)	0,0413 (0,0221)			
Feeling of Happiness (Pt3sc24happf)													1,1811 (0,4181)	1,084 (0,3733)	0,4891 (0,1764)
Royalties and license fees payment (x3di1royag)			0,0066 (0,0085)												
Domestic Credit by Banking Sector (Pt1ec14g)	0,3921 (0,0464)	0,1598 (0,0434)	0,3912 (0,0450)	0,3716 (0,0395)	0,1569 (0,0347)	0,1432 (0,0342)	0,1701 (0,0342)	0,1708 (0,0341)	0,1711 (0,0340)	0,1593 (0,0344)	0,1592 (0,0344)	0,1585 (0,0344)	0,1712 (0,0327)	0,1718 (0,0328)	0,1707 (0,0327)
Civil Liberties (l2pf13ci1)							- (0,0342)	- (0,0324)	0,111 (0,0174)						
Mean years of schooling (ge2es10sm)			0,4634 (0,1697)												



Public Expenditure on Education (ge1es12ec)	0,263 (0,0951)	0,1598 (0,0434)	0,2564 (0,0922)												
R <sup>2</sup>	0,9275	0,6528	0,9368	0,9715	0,7904	0,7509	0,7639	0,7560	0,7350	0,7706	0,7713	0,7746	0,7609	0,7589	0,7627
F	254,04	230,32	271,72	357,86	394,75	407,25	420,02	422,4	425,08	398,15	398,17	398,41	444,58	442,24	446,41
Prob > F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Observations	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624

Tableau 6. Résultats de l'estimation de l'équation de croissance pour les 28 pays de l'OCDE (période 1980-2008)



# CHAPITRE 5

## POLITIQUES PUBLIQUES, METHODOLOGIE DE L'ECONOMIE ET CONCLUSIONS



## INTRODUCTION

L'étude des « systèmes d'innovation » offre une nouvelle approche pour les politiques publiques. La majorité des politiques de technologie et d'innovation issues du gouvernement sont dirigées vers la correction des défaillances de marché. Cette nouvelle approche doit attirer l'attention des décideurs politiques sur les failles systémiques. Celles-ci peuvent être, par exemple, un manque d'interaction parmi les acteurs d'innovation du système, une mauvaise rencontre entre la recherche fondamentale et le secteur public ou la difficulté du transfert de technologie pour l'industrie. De nouvelles politiques sont donc suggérées pour améliorer les capacités de réseau, et leurs objets sont les activités de recherche conjointe et autres collaborations, des schémas pour promouvoir la R&D des technologies avancées en partenariat avec le gouvernement. Ces nouvelles politiques donnent une importance aux co-brevets, aux co-publications, à la mobilité de la société, à la mise en œuvre de règles de propriété intellectuelle, aux règles du marché de travail et aux collaborations. Ces politiques encouragent des infrastructures technologiques de liaison et les clusters, augmentent la capacité innovatrice des entreprises et permettent la promotion de l'entrepreneuriat.

En mettant en évidence le rôle des rendements d'échelle et des externalités, la croissance endogène permet d'envisager les effets des politiques publiques, comme nous l'avons fait dans les derniers chapitres, notamment au chapitre 3.

Dans ce chapitre, avant de présenter les conclusions et l'agenda de recherche pour l'avenir nous allons présenter une réflexion sur la nouvelle approche pour les politiques publiques au sein des SNI.

### 5.1. LES POLITIQUES PUBLIQUES AU SEIN DES SNI

D'une façon générale, et selon Amable et Guellec (1992), une politique publique efficace doit subventionner les facteurs de croissance sujets aux rendements d'échelle croissants et aux externalités. De même, l'État aura un impact d'autant moins négatif sur



la croissance qu'il n'effectue des prélèvements que sur les facteurs n'engendrant pas d'externalités.

La fourniture des infrastructures technologiques, la contribution à la qualification du capital humain, la garantie des droits de propriété doivent être produites par l'État ou du moins être sous son contrôle parce que, soit il n'est pas possible d'empêcher l'usage par des agents privés, soit parce que le rendement privé qu'elles offrent est inférieur au rendement social, ou encore, ou encore parce qu'elles ne peuvent pas être financées par les agents concernés malgré leur intérêt.

Dans les modèles que nous avons présentés dans les chapitres 2 et 3, nous avons un bien public pur, c'est-à-dire que le fournisseur ne peut pas empêcher l'usage gratuit par un agent et que l'usage par un agent n'exclut pas l'usage par un autre. Chaque agent bénéficie de l'ensemble de la dépense publique car l'effet est indivisible entre agents. La conclusion du modèle est que les investissements et les services publics apportent une contribution primordiale à la croissance et cela est en accord avec les travaux de Aschauer (1989) qui a conclu que le ralentissement des investissements publics au cours des années 70 et jusqu'au milieu des années 80 dans les pays de l'OCDE a été une des causes du ralentissement de la productivité.

Selon Romer et Nelson (1996), les décisions importantes de politique publique sont généralement prises en temps de crise et d'incertitude, avec des renouvellements de la politique de la science et de la technologie et avec des changements dans le rôle économique de l'université. Nous sommes d'accord avec ces auteurs sur le fait qu'il faille ajuster les détails de la politique de science et technologie aux circonstances mais à notre avis, nous ne devons pas changer les principes. De plus en plus, nous voyons que la sécurité et la santé ont perdu du terrain vis-à-vis des nouveaux domaines définis à chaque période comme ayant des opportunités économiques et commerciales pour un certain pays et où il faut que l'État ait un rôle ; les universités doivent maintenir leur rôle dans la production de la connaissance fondamentale et elles doivent également avoir des programmes avancés pour donner des formations au capital humain qui travaille dans l'industrie. D'un côté, des études empiriques dans plusieurs pays montrent aussi que l'industrie a besoin d'un contact proche avec la recherche faite au sein de



l'université pour que l'innovation ait du succès (cf., par exemple, Faulkner et Senker (1995), Mansfield et al. (1997), Mansfield (1980))<sup>20</sup>. Il faut donc créer des mécanismes d'interaction entre les universités et l'industrie.

Depuis 1980, plusieurs pays industrialisés ont mis en place des politiques publiques pour renforcer les liaisons entre l'université et l'industrie, des politiques de soutien à la création des clusters et des spin-offs de l'université et des politiques d'appui à l'issue des brevets. Ces politiques sont appelées par la littérature, des « politiques publiques de commercialisation des technologies » (cf. Mowery et Sampat (2005), p. : 225) et elles caractérisent l'émergence des agglomérations technologiques en raison d'une certaine contingence, sentier dépendant et des politiques de promotion des liaisons entre l'université et l'industrie.

Les politiques structurelles actuelles mettent l'accent sur la coopération entre les différents acteurs. Avec la littérature des systèmes nationales d'innovation, du « mode 2 et 3 » de production de connaissances et des modèles TH et QH, le rôle des universités et les liaisons entre tous les acteurs de l'innovation apparaissent, en appelant, par simplification, à une coopération, coordination et compétition entre eux. Le modèle TH introduit une nouvelle approche dans la politique d'innovation, celle de la collaboration parmi les sphères institutionnelles, et à ce niveau, la politique d'innovation doit être considérée comme le résultat d'un processus cumulatif résultant de l'interaction des gouvernements à différents niveaux : des académiques, des industriels et des autres organisations non gouvernementales (Etzkowitz (1988, 2003), Leydesdorff et Meyer (2006)). Mais selon Yawson (2009), dans le modèle TH il manque une quatrième hélice : le public. Selon l'auteur, cette quatrième hélice devient très importante car la connaissance scientifique est de plus en plus évaluée par sa robustesse sociale et son exclusivité. Cette quatrième hélice met l'accent sur l'innovation pour atteindre le bien-être social comme c'est par exemple le cas de l'éco-innovation, et elle aide à créer les liaisons entre science, scientifiques et stratégies pour l'éducation. Selon Liljemark (2004), c'est cette quatrième hélice qui fait la liaison entre les différentes hélices du

---

<sup>20</sup> Pour analyser les différences de ce rapport concernant les secteurs, voir les études de Mansfield (1991), Levin et al. (1987), Cohen, Nelson et Walsh (2002).



modèle TH. Yawson (2009) appelle cette quatrième hélice d'organisations « facilitateurs de l'innovation ». Ces développements ont introduit la société civile et l'État comme des utilisateurs de l'innovation produite dans les universités, outre les entreprises et l'industrie. Nous assistons donc à l'émergence des mesures de politique d'innovation décentralisées, horizontales et plus fonctionnelles. Cette nouvelle vision met en évidence la « user-oriented » innovation : les utilisateurs et les communautés d'utilisateurs ont un rôle de plus en plus important dans le succès de l'innovation (Edquist et Hommen (2009)).

Les politiques publiques d'appui aux « user-driven » innovations en sont à leur tout début. Mais nous pensons que cette nouvelle orientation nécessite une coordination majeure entre les différentes politiques publiques plus orientées vers les bénéfices économiques mais aussi vers la société.

Trois dimensions doivent être prises en compte simultanément pour identifier les contours d'une nouvelle politique : la perspective institutionnelle, les systèmes d'innovation, et les choix stratégiques des régions et des pays en vue de leur transition vers des économies de la connaissance et de l'innovation. La combinaison de ces trois dimensions augmente la complexité des politiques à tous les niveaux de gouvernement, mais est cependant vitale pour atteindre les objectifs assignés aux politiques.

Pour développer *un smart mix* de politiques plus sophistiquées, il faut :

i) développer une vision et une démarche stratégique pour encourager l'innovation. Pour gérer le changement, il est nécessaire d'évoluer vers des politiques tournées vers les résultats, basées sur une stratégie de développement régional orientée vers l'innovation, soit construire à partir des avantages actuels (basés sur la science, la technologie, ou les deux), soit agir pour la transformation socio-économique (reconversion ou recherche de nouvelles spécialisations) ou encore exercer un rattrapage (amélioration du potentiel en matière de création de connaissances et de capacités d'absorption). Dès lors, une première étape importante est de clarifier les grands enjeux dans le cadre d'une vision globale, et de transformer ceux-ci en objectifs mesurables ;

ii) définir un portefeuille « intelligent » de politiques (multisectoriel et basé sur les atouts). Un portefeuille de politiques cohérent avec la stratégie régionale doit

intégrer les différents domaines de politiques. Le portefeuille d'instruments émane de plusieurs niveaux de gouvernement. L'enquête de l'OCDE sur la gouvernance multi-niveaux de la politique d'innovation révèle que les gouvernements régionaux et nationaux utilisent des instruments identiques (en apparence) et que donc, la recherche de synergies entre les instruments des différents niveaux de gouvernements est de mise pour assurer l'impact des politiques ;

iii) un ensemble complémentaire d'instruments doit viser les fonctions de création, diffusion et absorption des connaissances, et combiner des instruments traditionnels (comme le support au capital humain), émergents (comme la nouvelle génération de parcs de science et technologie ou le support à la créativité) et expérimentaux (comme les commandes publiques). Leur performance doit être évaluée individuellement et conjointement ;

iv) établir des structures de gouvernance multi-niveaux, ouvertes et en réseau. La combinaison des phénomènes de décentralisation, des initiatives venant des régions, et l'attention croissante portée aux dimensions territoriales dans les politiques nationales, génèrent une dépendance mutuelle accrue entre niveaux de pouvoir en matière de politique d'innovation ;

v) des mécanismes de coordination efficaces pour la coordination verticale entre niveaux de gouvernement doivent être développés. Les outils de coordination doivent être créés sur la base d'un diagnostic des enjeux majeurs de gouvernance multi-niveaux. Dans l'enquête de l'OCDE, la plupart des pays déclarent utiliser une multiplicité de mécanismes (dialogue, consultation, contrats, cofinancement de projets, agences de développement régional, représentants territoriaux). Les mécanismes qui renforcent le dialogue sont perçus comme les plus efficaces. Sur la base de ce dialogue, le financeur au niveau supérieur peut définir des systèmes de conditionnalité à associer à un portefeuille « intelligent » de politiques ;

vi) la collaboration horizontale entre acteurs publics et privés doit être renforcée. Les outils de cette coordination multi-acteurs et multi-secteurs sont notamment : les commissions interdépartementales, les conseils stratégiques de haut niveau, les agences régionales d'innovation ;

vii) les régions fonctionnelles doivent être visées par les politiques. Les frontières administratives introduisent un biais du fait qu'elles sont en porte-à-faux avec l'existence de réseaux et de relations fonctionnelles au-delà de ces frontières. Les politiques doivent s'ouvrir aux relations nationales et internationales. Les réseaux en région (clusters, systèmes d'innovation) doivent être mis en lien avec les réseaux globaux ;

viii) développer l'apprentissage en matière de politique à travers de meilleures techniques de mesure et d'évaluation, et grâce à l'expérimentation. Les régions peuvent jouer un rôle majeur en améliorant la qualité des éléments empiriques à leur disposition, et en instaurant des mécanismes de suivi et d'évaluation performants ;

ix) de nouveaux indicateurs doivent être développés. Ces indicateurs doivent : mesurer tant l'innovation liée à la R&D que l'innovation sans R&D, donner une image des réseaux en région et au-delà, et quantifier l'effort public et privé en matière de support à l'innovation. Pour comprendre les profils d'innovation différents des régions, il est nécessaire de disposer de données comparatives et de techniques d'analyse des politiques. Les évaluations doivent être plus robustes, et ne doivent pas seulement se pencher sur les entrants mais se centrer sur les résultats, les impacts et les changements de comportements des entreprises et agents du système d'innovation ;

x) les régions peuvent être de bons laboratoires pour la politique d'innovation. La diversité des situations régionales et le caractère non prévisible du processus d'innovation génèrent un besoin d'expérimentation des politiques. Des expérimentations pragmatiques, qui peuvent informer les politiques nationales, doivent être assorties d'évaluations de politiques centrées sur les résultats.

## **5.2. UN NIVEAU DE COORDINATION ENTRE LES POLITIQUES PUBLIQUES : EST-IL NECESSAIRE ?**

Dans la vision systémique de l'innovation, il faut analyser les contributions des différentes politiques pour l'innovation et il faut faire une recension des liaisons des différents acteurs du système et les buts de ces politiques sont la croissance économique,

la compétitivité et la cohésion sociale (Edquist et McKelvey (2000))<sup>21</sup>. Tous les pays mettent en œuvre une certaine coordination parmi un mix de politiques publiques mais ce mix est différent selon le pays. Par exemple, le Japon utilise la politique nationale pour la promotion des secteurs stratégiques et des industries spécifiques, mais le secteur privé est le plus représenté dans le financement de la R&D, et la modernisation des secteurs traditionnels a un important rôle dans l'économie. Le Japon dans son troisième rapport « *Science and Technology Basic Plan (2006-2010)* » affirme les priorités dans certains secteurs et le besoin de réorganiser son « écosystème d'innovation », notamment ses infrastructures technologiques pour réussir à faire sortir l'économie de la stagnation. Sur ce plan, le Japon appelle à une nouvelle vision de la science et de la technologie dans leur relation avec la société civile. Aux États-Unis d'Amérique, les politiques sont organisées par rapport à des systèmes industriels complexes avec des financements fédéraux importants en R&D, le renforcement du rôle de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) dans le développement technologique, et avec une priorité de l'orientation des politiques publiques à la création d'infrastructures technologiques. En Europe, nous avons une diversité importante de réalités appelée « paradoxes européens » et une diversité de politiques de la connaissance ; c'est à ce niveau que la nécessité d'une vision intégrée des politiques publiques et privées se fait ressentir, afin de réussir à obtenir des marchés compétitifs et des cadres fiscaux efficaces pour promouvoir l'innovation et où les partenariats publics-

---

<sup>21</sup> L'approche systémique de l'innovation a apporté une nouvelle façon de mesurer la performance des économies. Les analyses basées sur la technologie se sont concentrées sur l'analyse des inputs (les dépenses en recherche) et des outputs (les brevets) (OCDE (2006a)) et sur les interactions parmi les différents acteurs de l'innovation. Par conséquent, il faut une profonde compréhension de ces interactions pour augmenter la performance et les innovations des pays, des régions et des économies basées sur la connaissance. Selon l'étude de l'OCDE (1997), la mesure des flux des connaissances est faite par quatre types d'interactions: i) interactions entre firmes ; ii) interactions entre firmes, universités et infrastructures technologiques ; iii) diffusion de technologie et de connaissance, taux d'adoption des nouvelles technologies ; iv) mobilité de la société civile. Les variables qui définissent ces flux dans les différentes interactions sont : les alliances de technologie dans l'industrie, les collaborations de recherche pour le développement des produits, les interactions publiques-privées, les activités de recherche conjointe, les collaborations industrie/université, les co-brevets et co-publications, la diffusion et l'adoption technologique, la mobilité des scientifiques et du personnel technique entre le secteur public et privé, le flux international des connaissances et encore les interactions entre clusters. Cette dernière variable, interaction entre clusters, est aussi la plus utilisée pour analyser les flux des connaissances dans les systèmes d'innovation. Ces interactions peuvent concerner des technologies-clé, des connaissances partagées ou encore des relations de producteur-vendeur.



privés, les infrastructures technologiques, les pôles de connaissance et de technologie, les clusters et le chercheur-entrepreneur ont un rôle importante.

Nous pouvons conclure, selon Lundvall et al. (2005), que si l'innovation est un processus cumulatif « path-dependent » et « context-dependent », les politiques publiques doivent être définies selon le contexte. Elles doivent être robustes, flexibles, inclure les diversités et complémentarités des « systèmes d'innovation » et elles doivent être améliorées par un processus cumulatif. De nouvelles politiques doivent être mises en place par des « projets - pilotes » avant d'être diffusées par l'économie. La coordination avec les autres politiques nationales et internationales est importante au niveau des technologies émergentes, à cause de la participation de la société civile dans l'innovation et dans la technologie pour réussir à avoir une croissance inclusive.

### **5.3. SYNTHÈSE DES RESULTATS**

Nous avons construit un modèle de croissance basé sur la Recherche et Développement (R&D) incluant des dépenses publiques productives pour illustrer la théorie (QH) fondée sur le concept de l'interaction des quatre hélices : l'académie et l'infrastructure technologique, l'entreprise et l'industrie, le gouvernement et la société civile. L'objectif a été de comprendre la véritable interaction entre ces quatre hélices, c'est-à-dire entre ces acteurs de l'innovation, notamment le rôle des infrastructures technologiques sur la croissance.

Le modèle que nous avons construit confirme théoriquement au chapitre 2 que (i) l'augmentation des complémentarités parmi les différentes unités productives et (ii) l'augmentation des dépenses productives des gouvernements, induit une croissance économique plus élevée et durable.

Nous avons également analysé théoriquement les questions relatives aux dépenses publiques productives au chapitre 3, et l'importance des complémentarités entre les différentes unités de production dans les économies d'innovation et dans la croissance économique. Nous avons examiné la pertinence de considérer la nature et le coût des investissements productifs et l'importance des politiques publiques visant à atteindre

une croissance économique plus élevée. Dans notre modèle d'innovation QH, le gouvernement fournit un bien public pur, sous la forme de dépenses productives dans l'éducation, la santé, les infrastructures technologiques, les services technologiques et de l'innovation et la régulation, ce qui augmente la productivité de tous les inputs. Le modèle illustre de façon analytique que l'augmentation des dépenses publiques productives augmente le taux de croissance économique des économies QH. Dans notre modèle, l'innovation englobe davantage que les activités classiques de R&D, comme le développement d'un nouveau produit, service, processus ou méthode réalisée pour toute la société. Ainsi, et comme nous l'avons montré, une mesure de politique qui augmente la productivité de tous les agents économiques constitue une mesure de politique alternative pour augmenter le taux de croissance économique. En effet et malgré les pressions connues à la baisse sur les dépenses publiques productives de l'État, le gouvernement est l'un des quatre piliers ou hélices de notre économie d'innovation. Dans ce contexte, une augmentation des dépenses publiques en éducation, santé, infrastructures, notamment technologiques ou dans les services d'innovation et technologiques et dans les régulations, entraînant une augmentation de la productivité de tous les inputs, est considérée comme une politique économique efficace.

Au chapitre 3, nous avons étudié comment l'économie converge vers l'équilibre ou vers l'état stationnaire. Ce chapitre a été consacré à l'analyse dynamique de transition en utilisant l'intégration numérique. La principale conclusion a été qu'une augmentation de la proportion de l'output dépensé dans les dépenses publiques a un effet positif sur la croissance économique à court terme (effet de premier niveau), à moyen terme (dynamique de la transition) et à long terme (état d'équilibre).

Au chapitre 4, nous avons fait un test sur un échantillon de 28 pays de l'OCDE pour la période 1980-2008 en utilisant la base de données CANA (2011). Plus précisément, nous avons estimé la fonction de production du modèle à travers l'estimateur DOLS (dynamique OLS) sur des données de panel, à l'aide du logiciel STATA 11. Ainsi, il a été question de mettre à l'épreuve les principales prévisions théoriques du modèle, notamment le rôle joué par les infrastructures technologiques dans les SNI sur l'échantillon choisi. Nous aboutissons aux résultats suivants :



i) les quatre piliers ou hélices- les entreprises et l'industrie, l'académie et les infrastructures technologiques, le gouvernement et les consommateurs – soutiennent l'économie et nous avons démontré le rôle équivalent, complémentaire et aussi important des quatre hélices où l'innovation est le moteur de la croissance et est mise en œuvre par toute la société dans une structure d'un seul secteur productif.

ii) Nous avons également démontré que les dépenses publiques ont un rôle économique important car une augmentation dans les dépenses du gouvernement entraîne la croissance économique.

iii) Nous avons confirmé le rôle positif des infrastructures technologiques dans les changements technologiques dans les pays de l'OCDE permettant ainsi l'amélioration de la qualification des travailleurs et d'attirer des travailleurs qualifiés, mais aussi l'innovation et donc la croissance économique. En outre, nous avons exploité l'importance des relations d'interaction et de complémentarité entre les infrastructures technologiques et les autres acteurs de l'innovation du QH à savoir : l'État, les entreprises et l'industrie, l'académie et la société civile, sur le capital humain, l'innovation et au final sur la croissance économique.

#### **5.4 METHODOLOGIE DE L'ECONOMIE ET UN AGENDA DE RECHERCHE POUR L'AVENIR**

Selon Berthomieu et al. (2009), la finalité de la théorie macroéconomique, depuis ses origines est de concevoir les moyens d'intervention pour l'État afin de maîtriser l'inflation, contrôler le chômage et promouvoir la croissance économique. La théorie macroéconomique a pour objet la recherche sur la nature et les causes de la richesse et de la prospérité des nations, et la proposition de mesures de politique économique destinées à améliorer la vie de la société civile. Les auteurs analysent dans ce papier les arguments de deux « Prix Nobel » concernant l'état de la théorie macroéconomique. Selon Phelps (2007), les modèles doivent pouvoir rendre compte des aspects de la modernité apportés par l'innovation et l'auteur insiste en particulier sur l'importance de la dynamique individuelle des entrepreneurs, de l'éducation et il parle d'une économie innovatrice et inclusive, « the Good Economy ». Selon Akerlof (2006), il faut appliquer



des normes, qu'il appelle des « motivations oubliées » pour les économistes néo-classiques, que sont les comportements des agents, autres que la maximisation de leur satisfaction ou de leur profit, à savoir : des manifestations d'institutions formelles et informelles. Ce sont ces deux aspects que nous avons tenté d'articuler au sein de notre thèse.

Amable et Gellec (1992) décrivent les faiblesses des théories de croissance endogène, en particulier en mettant en évidence la difficulté que ces modèles ont de rendre compte des grandes évolutions socio-économiques dues à la négligence des effets qui nécessitent une analyse des fondements microéconomiques et méso-économiques. Sans ces analyses, ces modèles ne seront pas capables de démontrer les dimensions historiques et institutionnelles de la croissance. Ceci représente un problème lorsque nous travaillons dans un système complexe.

Selon Neves (2004), quand nous sommes dans un système complexe, les actions des individus ont lieu dans un temps historique et personne ne peut avoir l'absolue connaissance sur l'avenir, qui arrive au moment où les décisions sont prises et par conséquent, les décisions qui concernent l'avenir sont possibles en raison de la créativité et des anticipations qui sont formées par la connaissance et le pratique. Donc, les économistes font une utilisation d'autres méthodes telles que l'analyse situationnelle, qui selon Popper est une méthode logique et rationnelle de reconstruction des faits sociaux. La logique situationnelle signifie l'explication de l'action typique individuelle par des réponses individuelles et logiques à des situations typiques avec un postulat sous-jacent selon lequel les agents agissent toujours en consonance avec le modèle issu de l'explication scientifique. Selon Neves (2004, p.19), l'analyse situationnelle peut devenir un « *fruitfull method of analysis in which various scenarios with different possibilities are identified and appraised* ».

Dans ce raisonnement et pour une analyse d'évaluation des rapports, comme l'effet des infrastructures technologiques dans l'innovation technologique, et sur la croissance économique et des interactions des quatre hélices du modèle QH, nous avons besoin de réponses basées sur des réalités factuelles et nous devons nous poser la question suivante : que se passerait-il s'il n'y a pas sur place d'infrastructures technologiques ou

des politiques publiques qui les promeuvent ? Il sera difficile d'évaluer cela à partir de l'observation des effets sur un individu ou sur une région, car il y aura d'autres effets et d'autres externalités variables. Mais nous pouvons obtenir une moyenne de l'impact d'un certain programme, politique ou variable dans une collectivité d'individus en les mettant en rapport avec un groupe similaire qui n'est pas exposé au programme. Les différences parmi les groupes sont justifiées par l'impact des programmes ou encore par des différences préexistantes, c'est-à-dire aux sélections de biais que nous appelons d'« évaluation randomisée ».

L'évaluation randomisée doit être introduite dans une phase pilote de l'application d'un programme ou politique et doit permettre des partenariats entre les gouvernements, ou des ONG (Organisation Non Gouvernementale) ou encore les entreprises, pour réussir à évaluer l'efficacité des programmes. Mais, ces évaluations ne servent qu'à démontrer si un certain programme a été ou non un succès mais aussi s'il peut être utilisé pour aider les gouvernements ou les autres partenariats à définir des programmes ou d'autres formes d'intervention ayant pour base des théories. Alors, ces programmes sont définis pour résoudre des problèmes de partenariats mais sont aussi des tests pour les théories.

Dans les pays développés, cette méthodologie a été utilisée pour réussir à valider des expériences qui se sont tenues en dehors de laboratoires (Harrison et List (2004)) ; ces programmes d'évaluation transforment les programmes pilotes en champs d'expérimentation où les chercheurs et les agences font des expériences pour trouver la meilleure solution (Duflo (2006a)).

Les évaluations randomisées ont l'objectif d'établir une nouvelle norme d'évaluation rigoureuse pour répondre à des questions fondamentales et selon Esther Duflo (2006b), le recours à des essais randomisés pour évaluer la politique sociale donnera des réponses transparentes et scientifiquement vérifiables et pourrait fortement améliorer les politiques et engendrer un appui à long terme de celles-ci.

En termes de recherche future, il serait au préalable nécessaire de travailler en amont sur les bases de données sur l'innovation et la croissance afin de les compléter et adapter à la nouvelle nature de l'innovation pour pouvoir pratiquer des analyses et nous pensons

qu'avec l'application du GII (2013) à la suite de CANA (2011), nous sommes sur le bon chemin. Une voie de recherche intéressante consisterait selon nous à développer une analyse complémentaire à celle proposée dans cette thèse et qui serait fondée sur la méthode des évaluations randomisées. Il s'agit, selon Sala-i-Martin, d'un outil performant au service des économistes et des gouvernements<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Méthode présentée par Sala-i-Martin pendant un cours de l'école doctorale à l'Université de Coimbra en 2006.



# ANNEXES



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

## ANNEXE – CHAPITRE 3

### DYNAMIQUE DE TRANSITION

#### DEFINITION DU SYSTEME EQUATION DIFFERENTIEL

```

dproc := proc(N,t,Y,YP)

$$Y_P[1] := Y[1] * \left( \frac{(1+\xi)}{\xi} \right)^{\beta} \left( \frac{\sigma * Y_P[2] / Y[2] + \sigma * (1-\tau) * Y[1] - \sigma * Y[2] + \rho}{(1+\xi) / \xi} \right)^{\alpha} \left( \frac{(1-\omega) / Pa}{(1-\beta) * \alpha} \right)^{\alpha} \left( \frac{\alpha / (1-\beta) * \tau^{\beta} * (1-\beta)^{\beta} * (Lbor)^{\beta} * (1-\alpha-\beta) / (1-\beta) * (1-\beta) / (1-\beta) - \alpha}{(1-\beta) - \alpha} \right)^{\alpha} \left( \frac{\sigma * Y_P[2] / Y[2] + \sigma * (1-\tau) * Y[1] - \sigma * Y[2] + \rho}{\omega} \right)^{\alpha} \left( \frac{-\alpha / ((1-\beta) - \alpha)}{(1-\tau) * Y[1] - Y[2]} \right)^{\alpha}$$

end:
beta:=0.3 ;sigma:=2.0 ;rho:=0.002 ;alpha:=0.4 ;omega:=0.1 ;tau:=0.15 ;xi:=11.0 ;Lbor:=1.00 ;Pa:=1.50 ;
ic := array([0.09, 0.0005]):
dvars := [YW(t), CW(t)]:
dsol:= dsolve(numeric, number=2, procedure=dproc,
start=0, initial=ic, procvars=dvars,method=classical);

$$\beta := .3$$


$$\sigma := 2.0$$


$$\rho := .002$$


$$\alpha := .4$$


$$\omega := .1$$


$$\tau := .15$$


$$\xi := 11.0$$


$$Lbor := 1.00$$


$$Pa := 1.50$$

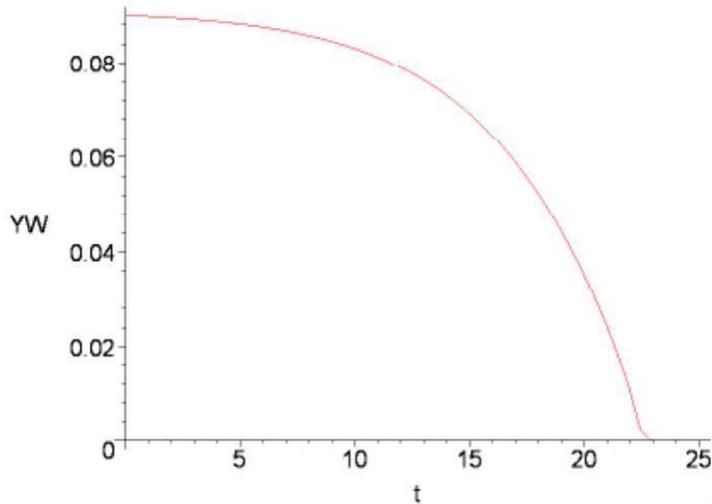
dsol := proc() ... x_classical end proc
> dsol(0.0) ;dsol(1.0) ;dsol(2.0) ;dsol(3.0) ;dsol(4.0) ;dsol(5.0) ;dsol(6.0) ;dsol(7.0) ;dsol(8.0) ;dsol(9.0);dsol(10.0) ;dsol(11.0)
;dsol(12.0) ;dsol(13.0) ;dsol(14.0) ;dsol(15.0) ;dsol(16.0) ;dsol(17.0) ;dsol(18.0) ;dsol(19.0) ;dsol(20.0) ;dsol(21.0) ;dsol(22.0)
;dsol(23.0) ;dsol(24.0) ;dsol(25.0);
[t = 0, YW(t) = .09 CW(t) = .0005]
[t = 1.0, YW(t) = .0897720225124185174 CW(t) = .000499903118907824128 ]
[t = 2.0, YW(t) = .0894904824573485164 CW(t) = .000499783501810410998 ]
[t = 3.0, YW(t) = .0891429497160428214 CW(t) = .000499635886044247640 ]
[t = 4.0, YW(t) = .0887141900211620844 CW(t) = .000499453828884214702 ]
[t = 5.0, YW(t) = .0881855740750176476 CW(t) = .000499229462671988302 ]
[t = 6.0, YW(t) = .0875343836976287816 CW(t) = .000498953209341260154 ]
[t = 7.0, YW(t) = .0867330083420406602 CW(t) = .000498613453004781114 ]
[t = 8.0, YW(t) = .0857480314708189140 CW(t) = .000498196172521565082 ]
[t = 9.0, YW(t) = .0845392166072280182 CW(t) = .000497684541198909230 ]
[t = 10.0, YW(t) = .0830584186582765394 CW(t) = .000497058508581098876 ]
[t = 11.0, YW(t) = .0812484682823226834 CW(t) = .000496294390015943142 ]
[t = 12.0, YW(t) = .0790421051463217339 CW(t) = .000495364503073948584 ]

```

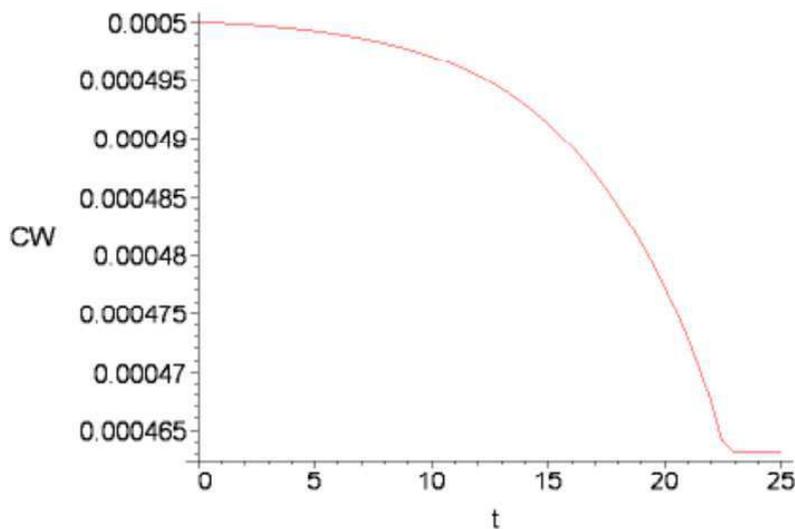
```

[t = 13.0, YW(t) = .0763610657540312182 CW(t) = .000494236903966966605 ]
[t = 14.0, YW(t) = .0731154508661817776 CW(t) = .000492875286352724668 ]
[t = 15.0, YW(t) = .0692034768407978202 CW(t) = .000491239096511110062 ]
[t = 16.0, YW(t) = .0645115878695920742 CW(t) = .000489283864986901520 ]
[t = 17.0, YW(t) = .0589145197713169256 CW(t) = .000486961593943499366 ]
[t = 18.0, YW(t) = .0522738809240058805 CW(t) = .000484220622549953370 ]
[t = 19.0, YW(t) = .0444310391398925684 CW(t) = .000481003288893448364 ]
[t = 20.0, YW(t) = .0351814662722737676 CW(t) = .000477236328540369630 ]
[t = 21.0, YW(t) = .0241822910637671806 CW(t) = .000472795192454511667 ]
[t = 22.0, YW(t) = .0104967723665519222 CW(t) = .000467327018568056510 ]
[t = 23.0, YW(t) = .221854309314706324 10-19 CW(t) = .000463175793847688564 ]
[t = 24.0, YW(t) = .805032117334660052 10-57 CW(t) = .000463175793847688564 ]
[t = 25.0, YW(t) = .292118152648102014 10-94 CW(t) = .000463175793847688564 ]
> plots[odeplot](dsol,[t,YW(t)],0..25);plots[odeplot](dsol,[t,CW(t)],0..25);

```



Graphique 6. Transitional dynamics of variable YW



Graphique 7. Transitional dynamics of variable CW



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>116

## ANNEXE – CHAPITRE 4

```
-----  
-----  
name: <unnamed>  
log: C:\2012-2013\out2.smcl  
log type: smcl  
opened on: 12 Jan 2013, 23:21:00  
  
. do "C:\2012-2013\auxiliar_sara_monteiro.do"  
  
. use "C:\2012-2013\SaraMonteiro_dez2012.dta", clear  
  
. xtset paises ano  
panel variable: paises (strongly balanced)  
time variable: ano, 1980 to 2008  
delta: 1 unit  
  
. gen l_pt1lec14credeg=log(pt1lec14credeg)  
. gen l_pt2ec16openi=log(pt2ec16openi)  
. gen l_pt3sc24happf=log(pt3sc24happf)  
. gen l_pt3i5inteu=log(pt3i5inteu)  
. gen l_xldi7articap=log(xldi7articap)  
(1 missing value generated)  
. gen l_x2di6patecap=log((10000*x2di6patecap)+.01)  
. gen l_x3dilroyag=log(x3dilroyag)  
. gen l_gili3teler=log(gili3teler)  
. gen l_gi2i4elec=log(gi2i4elec)  
. gen l_gi3i8carrd=log(gi3i8carrd)  
. gen l_gh1pf10physi=log(gh1pf10physi)  
. gen l_gh2sc20trust=log(gh2sc20trust)  
. gen l_gh3sc8gini=log(gh3sc8ginii)  
. gen l_geles12educe=log(geles12educe)  
. gen l_ge2es10schom=log(ge2es10schom)  
. gen l_ge3es3enrot=log(ge3es3enrot)  
. gen l_11pf12polir=log(-2*11pf12polir)  
. gen l_12pf13civil=log(-2*12pf13civil)  
. gen l_13pf14freea=log(2+13pf14freea)  
. gen l_13pf8presh=log(2+13pf8presh)  
. gen l_rgdpcht=log(rgdpcht)  
. gen l_pop=log(pop)  
. gen l_rgdpch=log(rgdpch)  
. gen l_workert=log(worker)  
. gen l_rgdpwok=log(rgdpwok)  
  
.  
  
* Passage à taux  
. gen d_pt1lec14credeg=d.l_pt1lec14credeg  
(24 missing values generated)  
. gen d_pt2ec16openi=d.l_pt2ec16openi  
(24 missing values generated)  
. gen d_pt3sc24happf=d.l_pt3sc24happf  
(24 missing values generated)  
. gen d_pt3i5inteu=d.l_pt3i5inteu  
(24 missing values generated)  
. gen d_xldi7articap=d.l_xldi7articap  
(25 missing values generated)
```

```

. gen      d_x2di6patecap=d.l_x2di6patecap
(24 missing values generated)
. gen      d_x3dilroyag=d.l_x3dilroyag
(24 missing values generated)
. gen      d_gili3teler=d.l_gili3teler
(24 missing values generated)
. gen      d_gi2i4elec=d.l_gi2i4elec
(24 missing values generated)
. gen      d_gi3i8carrd=d.l_gi3i8carrd
(24 missing values generated)
. gen      d_gh1pf10physi=d.l_gh1pf10physi
(24 missing values generated)
. gen      d_gh2sc20trust=d.l_gh2sc20trust
(24 missing values generated)
. gen      d_gh3sc8gini=d.gh3sc8gini
(24 missing values generated)
. gen      d_geles12educ=d.geles12educ
(24 missing values generated)
. gen      d_ge2es10schom=d.ge2es10schom
(24 missing values generated)
. gen      d_ge3es3enrot=d.ge3es3enrot
(24 missing values generated)
. gen      d_l1pf12polir=d.l1pf12polir
(24 missing values generated)
. gen      d_l2pf13civil=d.l2pf13civil
(24 missing values generated)
. gen      d_l3pf14freea=d.l3pf14freea
(24 missing values generated)
. gen      d_l3pf8presh=d.l3pf8presh
(24 missing values generated)
. gen      d_rgdpcht=d.l_rgdpcht
(24 missing values generated)
. gen      d_pop=d.l_pop
(24 missing values generated)
. gen      d_rgdpch=d.l_rgdpch
(24 missing values generated)
. gen      d_workert=d.l_worker
(24 missing values generated)
. gen      d_rgdpwok=d.l_rgdpwok
(24 missing values generated)

. * Passage aux estimations par Box_cox
.
. * boxcox l_rgdpcht l_l1pf12polir, model(rhsonly)
. * lambda = 1.395695
. gen l_l1pf12polir_T = ((l_l1pf12polir^1.395695)-1)/1.395695
.
. * boxcox l_rgdpcht l_l2pf13civil, model(lambda)
. * lambda = .4329154
. gen l_l2pf13civil_T = ((l_l2pf13civil^.4329154)-1)/.4329154
.
. *boxcox l_rgdpcht l_l3pf14freea, model(rhsonly)
. *lambda=14.09341
. *gen l_l3pf14freea_T = ((l_l3pf14freea^14.09341)-1)/14.09341
.
. *boxcox l_rgdpcht l_l3pf8presh, model(rhsonly)
. *lambda=.7900193
. gen l_l3pf8presh_T = ((l_l3pf8presh^.7900193)-1)/.7900193
.
. *boxcox l_rgdpcht l_gh1pf10physi, model(rhsonly)
. *lambda=30.74342
.
. *boxcox l_rgdpcht l_gh1pf10physi, model(lambda)
. *lambda=30.74342
. *gen l_gh1pf10physi_T = ((l_gh1pf10physi^30.74342)-1)/30.74342
.
. *boxcox l_rgdpcht l_pt3sc24happf, model(lambda)
. *lambda= 1.37439
. gen l_pt3sc24happf_T = ((l_pt3sc24happf^1.37439)-1)/1.37439

```



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>118

. \* Estimation d'équation

Modèle 1

. xtdolshm l\_rgdpcht l\_ptlecl4credeg l\_geles12educe l\_workert, nla(1) nle(1)

DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624  
 Group variable: paises Number of groups = 24  
 Wald chi2(3) = 254.04 Obs per group: min = 29  
 Prob > chi2 = 0.000 avg = 29  
 max = 29  
 R-squared = 0.9275  
 Adj R-squared = -0.5023

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.3921018	.0464938	8.43	0.000	.3009756	.483228
l_geles12e~e	.2630082	.0951558	2.76	0.006	.0765063	.4495101
l_workert	.9509678	.0917064	10.37	0.000	.7712265	1.130709

Modèle 2

. xtdolshm l\_rgdpcht l\_ptlecl4credeg l\_geles12educe l\_workert l\_x2di6patecap, nla(1) nle(1)

DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624  
 Group variable: paises Number of groups = 24  
 Wald chi2(4) = 230.32 Obs per group: min = 29  
 Prob > chi2 = 0.000 avg = 29  
 max = 29  
 R-squared = **0.6528**  
 Adj R-squared = -0.0781

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.159829	.0434965	3.67	0.000	.0745774	.2450807
l_geles12e~e	-.1657504	.0864372	-1.92	0.055	-.3351641	.0036633
l_workert	.9295697	.0833667	11.15	0.000	.766174	1.092965
l_x2di6pat~p	.1418106	.0299168	4.74	0.000	.0831747	.2004465

Modèle 3

. xtdolshm l\_rgdpcht l\_ptlecl4credeg l\_geles12educe l\_workert l\_x3dilroyag , nla(1) nle(1)

DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624  
 Group variable: paises Number of groups = 24  
 Wald chi2(4) = 271.72 Obs per group: min = 29  
 Prob > chi2 = 0.000 avg = 29  
 max = 29  
 R-squared = 0.9368  
 Adj R-squared = -0.4990

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.3912175	.0450242	8.69	0.000	.3029717	.4794632
l_geles12e~e	.2564013	.0922005	2.78	0.005	.0756916	.437111
l_workert	.9508043	.088785	10.71	0.000	.7767888	1.12482
l_x3dilroyag	.0066227	.0085898	0.77	0.441	-.010213	.0234583

#### Modèle 4

```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_ge2es10schom, nla(1)
nle(1)
```

```
DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(3) = 357.86 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29
R-squared = 0.9715
Adj R-squared = -0.4627
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.3716461	.0395952	9.39	0.000	.2940409	.4492514
l_workert	.9397243	.0778883	12.07	0.000	.7870661	1.092382
l_ge2es10s~m	.4634196	.169723	2.73	0.006	.1307687	.7960705

#### Modèle 5

```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap, nla(1) nle(1)
```

```
DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(4) = 394.75 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29
R-squared = 0.7904
Adj R-squared = -0.0661
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1569535	.0347058	4.52	0.000	.0889313	.2249757
l_workert	.9395228	.0666176	14.10	0.000	.8089547	1.070091
l_gili3teler	.1061216	.0300233	3.53	0.000	.0472771	.1649661
l_x2di6pat~p	.1256819	.0243858	5.15	0.000	.0778867	.1734772

OBS A partir do modelo 6 (inclusivé), os modelos incluem o maior número possível de variáveis: nível tecnológico; x; infraestruturas; trabalhadores e pessoas

#### Modèle 6

```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_gh2sc20trust, nla(1)
> ) nle(1)
```

```
DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(5) = 407.25 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29
R-squared = 0.7509
Adj R-squared = -0.0289
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1432409	.0342579	4.18	0.000	.0760967	.2103851
l_workert	.9272686	.0657577	14.10	0.000	.7983858	1.056151
l_gili3teler	.0592659	.0296483	2.00	0.046	.0011563	.1173755



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>120

```

l_x2di6pat~p | .1351427 .024074 5.61 0.000 .0879585 .1823269
l_gh2sc20t~t | .3064484 .0595982 5.14 0.000 .1896381 .4232588
-----

```

```

. * com l2pf13civil, com _T, em log e simples
.

```

### Modèle 7.1

```

. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_l2pf13civil_T, nla(
> 1) nle(1)

```

```

DOLS Hom. Panel data Coint. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(5) = 420.02 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29
R-squared = 0.7639
Adj R-squared = -0.0270
-----

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1701346	.0342305	4.97	0.000	.1030439	.2372252
l_workert	.9538058	.0657526	14.51	0.000	.824933	1.082679
l_gili3teler	.0628962	.0298257	2.11	0.035	.0044389	.1213536
l_x2di6pat~p	.1054935	.0240554	4.39	0.000	.0583458	.1526412
l_l2pf13ci~T	-.161218	.0342292	-4.71	0.000	-.228306	-.0941301

### . Modèle 7.2

```

. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_l2pf13civil, nla(1)
> nle(1)

```

```

DOLS Hom. Panel data Coint. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(5) = 422.44 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29
R-squared = 0.7560
Adj R-squared = -0.0159
-----

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1708453	.0341675	5.00	0.000	.1038782	.2378124
l_workert	.9550592	.0656311	14.55	0.000	.8264246	1.083694
l_gili3teler	.0554373	.0298251	1.86	0.063	-.0030189	.1138935
l_x2di6pat~p	.1031418	.0240168	4.29	0.000	.0560697	.1502139
l_l2pf13ci~l	-.1679316	.0324955	-5.17	0.000	-.2316216	-.1042415

### . Modèle 7.3

```

. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l2pf13civil, nla(1) n
> le(1)

```

```

DOLS Hom. Panel data Coint. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(5) = 425.08 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29

```



R-squared = 0.7350  
Adj R-squared = 0.0223

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1711382	.03407	5.02	0.000	.1043623	.2379141
l_workert	.9565935	.0654226	14.62	0.000	.8283676	1.084819
l_gili3teler	.033096	.0298815	1.11	0.268	-.0254707	.0916627
l_x2di6pat~p	.0985393	.0239638	4.11	0.000	.0515712	.1455074
l2pf13civil	.1110993	.0174073	6.38	0.000	.0769816	.1452169

**. Modèle 8.1**

. \* com l3pf8presh, com \_T, em log e simples

```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_l3pf8presh_T, nla(
> 1) nle(1)
```

DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624  
Group variable: paises Number of groups = 24  
Wald chi2(5) = 398.15 Obs per group: min = 29  
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29  
max = 29  
R-squared = 0.7706  
Adj R-squared = -0.0631

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1593839	.0344727	4.62	0.000	.0918186	.2269492
l_workert	.9394255	.0660497	14.22	0.000	.8099704	1.068881
l_gili3teler	.0990626	.0297674	3.33	0.001	.0407195	.1574056
l_x2di6pat~p	.1192823	.0242205	4.92	0.000	.071811	.1667537
l_l3pf8pre~T	.1827873	.0771732	2.37	0.018	.0315306	.334044

**. Modèle 8.2**

```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_l3pf8presh, nla(1)
> nle(1)
```

DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624  
Group variable: paises Number of groups = 24  
Wald chi2(5) = 398.17 Obs per group: min = 29  
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29  
max = 29  
R-squared = 0.7713  
Adj R-squared = -0.0638

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1592221	.0344765	4.62	0.000	.0916494	.2267948
l_workert	.939437	.0660484	14.22	0.000	.8099844	1.06889
l_gili3teler	.0995221	.0297675	3.34	0.001	.0411788	.1578653
l_x2di6pat~p	.1195181	.0242236	4.93	0.000	.0720408	.1669954
l_l3pf8presh	.1692159	.074499	2.27	0.023	.0232006	.3152312

**. Modèle 8.3**

```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l3pf8presh, nla(1) n
> le(1)
```

DOLS Hom. Panel data Point. Estimation results Number of obs = 624



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>122

```

Group variable: paises
Wald chi2(5) = 398.41
Prob > chi2 = 0.000

Number of groups = 24
Obs per group: min = 29
                avg = 29
                max = 29
R-squared = 0.7746
Adj R-squared = -0.0663

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1585983	.0344979	4.60	0.000	.0909836	.226213
l_workert	.9394787	.0660499	14.22	0.000	.8100234	1.068934
l_gili3teler	.1013276	.0297718	3.40	0.001	.042976	.1596793
l_x2di6pat~p	.1205563	.0242412	4.97	0.000	.0730444	.1680682
l3pf8presh	.0413666	.0221414	1.87	0.062	-.0020296	.0847629

**. Modèle 9.1**

```

. * com pt3sc24happf, com _T, em log e simples
.
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_pt3sc24happf_T, nl
> a(1) nle(1)

```

```

DOLS Hom. Panel data Coit. Estimation results
Group variable: paises
Wald chi2(5) = 444.58
Prob > chi2 = 0.000

Number of obs = 624
Number of groups = 24
Obs per group: min = 29
                avg = 29
                max = 29
R-squared = 0.7609
Adj R-squared = -0.0085

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1712952	.0327553	5.23	0.000	.107096	.2354944
l_workert	.9624602	.0628019	15.33	0.000	.8393708	1.08555
l_gili3teler	.0821941	.0285438	2.88	0.004	.0262492	.138139
l_x2di6pat~p	.0853404	.0229446	3.72	0.000	.0403698	.1303111
l_pt3sc24h~T	1.181189	.418106	2.83	0.005	.3617162	2.000662

**. Modèle 9.2**

```

. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap l_pt3sc24happf, nla(
> 1) nle(1)

```

```

DOLS Hom. Panel data Coit. Estimation results
Group variable: paises
Wald chi2(5) = 442.24
Prob > chi2 = 0.000

Number of obs = 624
Number of groups = 24
Obs per group: min = 29
                avg = 29
                max = 29
R-squared = 0.7589
Adj R-squared = -0.0054

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.1718559	.032836	5.23	0.000	.1074984	.2362133
l_workert	.9626843	.0629412	15.29	0.000	.8393218	1.086047
l_gili3teler	.0812564	.0286401	2.84	0.005	.0251228	.13739
l_x2di6pat~p	.0842419	.0230023	3.66	0.000	.0391582	.1293256
l_pt3sc24h~f	1.084211	.3733306	2.90	0.004	.3524963	1.815925

**. Modèle 9.3**



```
. xtdolshm l_rgdpcht l_ptlecl4credeg l_workert l_gili3teler
l_x2di6patecap pt3sc24happf, nla(1)
> nle(1)
```

```
DOLS Hom. Panel data Coit. Estimation results Number of obs = 624
Group variable: paises Number of groups = 24
Wald chi2(5) = 446.41 Obs per group: min = 29
Prob > chi2 = 0.000 avg = 29
max = 29
R-squared = 0.7627
Adj R-squared = -0.0111
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
l_ptlecl4c~g	.170712	.0327	5.22	0.000	.1066212	.2348028
l_workert	.9622739	.0627066	15.35	0.000	.8393711	1.085177
l_gili3teler	.0829729	.0284723	2.91	0.004	.0271683	.1387775
l_x2di6pat~p	.0863659	.0229047	3.77	0.000	.0414736	.1312582
pt3sc24happf	.4891822	.1764901	2.77	0.006	.143268	.8350964

.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>124

Pesaran's CADF test for l\_rgdpcht  
 Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated  
 Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)                    Obs = 648  
 Augmented by 1 lags (average)

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-1.665	-2.070	-2.150	-2.300	0.425	0.664

. pescadf l\_rgdpcht, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l\_rgdpcht  
 Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated  
 Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)                    Obs = 648  
 Augmented by 1 lags (average)

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-1.549	-2.580	-2.660	-2.810	4.010	1.000

. xtunitroot hadri l\_rgdpcht, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l\_rgdpcht

Ho: All panels are stationary	Number of panels =	24
Ha: Some panels contain unit roots	Number of periods =	29
Time trend:	Not included	Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity:	Robust	sequentially
LR variance:	Bartlett kernel, 1 lag	Cross-sectional means removed

	Statistic	p-value
z	34.0911	0.0000

. xtunitroot hadri l\_rgdpcht, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l\_rgdpcht

Ho: All panels are stationary	Number of panels =	24
Ha: Some panels contain unit roots	Number of periods =	29
Time trend:	Included	Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity:	Robust	sequentially
LR variance:	Bartlett kernel, 1 lag	

	Statistic	p-value
z	23.3866	0.0000

. \*Variable l\_ptlecl4credeg  
 . pescadf l\_ptlecl4credeg, lags(1)

Pesaran's CADF test for l\_ptlecl4credeg  
 Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated  
 Deterministics chosen: constant



```

t-bar test, N,T = (24,29)      Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -1.752     -2.070     -2.150     -2.300     -0.010        0.496

. pescadf l_ptlecl4credeg, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_ptlecl4credeg
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)      Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -2.076     -2.580     -2.660     -2.810     1.231         0.891

.
. xtunitroot hadri l_ptlecl4credeg, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_ptlecl4credeg
-----
Ho: All panels are stationary      Number of panels =      24
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods =     29

Time trend:      Not included      Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust          sequentially
LR variance:     Bartlett kernel, 1 lag Cross-sectional means removed
-----
                        Statistic      p-value
-----
z                        28.5650      0.0000
-----

. xtunitroot hadri l_ptlecl4credeg, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_ptlecl4credeg
-----
Ho: All panels are stationary      Number of panels =      24
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods =     29

Time trend:      Included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust          sequentially
LR variance:     Bartlett kernel, 1 lag
-----
                        Statistic      p-value
-----
z                        21.1623      0.0000
-----

.
. *Variable l_geles12educ
. pescadf l_geles12educ, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_geles12educ
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)      Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -2.608     -2.070     -2.150     -2.300     -4.289        0.000

. pescadf l_geles12educ, lags(1) trend

```



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>126





Hadri LM test for l\_x3dilroyag

Ho: All panels are stationary Number of panels = 24  
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods = 29

Time trend: Not included Asymptotics: T, N -> Infinity  
Heteroskedasticity: Robust sequentially  
LR variance: Bartlett kernel, 1 lag Cross-sectional means removed

	Statistic	p-value
z	16.5450	0.0000

. xtunitroot hadri l\_x3dilroyag, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l\_x3dilroyag

Ho: All panels are stationary Number of panels = 24  
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods = 29

Time trend: Included Asymptotics: T, N -> Infinity  
Heteroskedasticity: Robust sequentially  
LR variance: Bartlett kernel, 1 lag

	Statistic	p-value
z	12.7762	0.0000

.  
\*Variable l\_x2di6patecap  
. pescadf l\_x2di6patecap, lags(1)

Pesaran's CADF test for l\_x2di6patecap  
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated  
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29) Obs = 648  
Augmented by 1 lags (average)

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-1.905	-2.070	-2.150	-2.300	-0.773	0.220

. pescadf l\_x2di6patecap, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l\_x2di6patecap  
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated  
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29) Obs = 648  
Augmented by 1 lags (average)

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-2.581	-2.580	-2.660	-2.810	-1.430	0.076

. xtunitroot hadri l\_x2di6patecap, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l\_x2di6patecap

Ho: All panels are stationary Number of panels = 24  
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods = 29

Time trend: Not included Asymptotics: T, N -> Infinity



```

Heteroskedasticity: Robust                               sequentially
LR variance:      Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed
-----
                Statistic      p-value
-----
z                31.1581        0.0000
-----

. xtunitroot hadri l_x2di6patecap, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_x2di6patecap
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =   29

Time trend:      Included              Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust              sequentially
LR variance:      Bartlett kernel, 1 lag
-----
                Statistic      p-value
-----
z                6.4813         0.0000
-----

.
. *Variable l_ge2es10schom
. pescadf l_ge2es10schom, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_ge2es10schom
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar    cv10     cv5     cv1    Z[t-bar]    P-value
      -3.215   -2.070    -2.150   -2.300   -7.325     0.000

. pescadf l_ge2es10schom, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_ge2es10schom
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar    cv10     cv5     cv1    Z[t-bar]    P-value
      -3.383   -2.580    -2.660   -2.810   -5.653     0.000

.
. xtunitroot hadri l_ge2es10schom, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_ge2es10schom
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =   29

Time trend:      Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust              sequentially
LR variance:      Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed
-----
                Statistic      p-value
-----
z                39.9935        0.0000
-----

. xtunitroot hadri l_ge2es10schom, kernel(bartlett 1) trend

```



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>130

```

Hadri LM test for l_ge2es10schom
-----
Ho: All panels are stationary           Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots     Number of periods =   29

Time trend:           Included           Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust              sequentially
LR variance:         Bartlett kernel, 1 lag
-----
                Statistic      p-value
-----
z                8.9196        0.0000
-----

.
. *Variable l_gili3teler
. pescadf l_gili3teler, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_gili3teler
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)           Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar    cv10    cv5    cv1    Z[t-bar]    P-value
      -2.406   -2.070   -2.150  -2.300   -3.279     0.001

. pescadf l_gili3teler, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_gili3teler
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)           Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar    cv10    cv5    cv1    Z[t-bar]    P-value
      -2.275   -2.580   -2.660  -2.810    0.186     0.574

.
.
. xtunitroot hadri l_gili3teler, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_gili3teler
-----
Ho: All panels are stationary           Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots     Number of periods =   29

Time trend:           Not included       Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust              sequentially
LR variance:         Bartlett kernel, 1 lag Cross-sectional means removed
-----
                Statistic      p-value
-----
z                27.8273        0.0000
-----

. xtunitroot hadri l_gili3teler, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_gili3teler
-----
Ho: All panels are stationary           Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots     Number of periods =   29

```

```

Time trend:          Included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust            sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag
-----
Statistic          p-value
-----
z                  13.6837          0.0000
-----

.
. *Variable l_gh2sc20trust
. pescadf l_gh2sc20trust, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_gh2sc20trust
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

t-bar   cv10   cv5   cv1   Z[t-bar]   P-value
-2.875  -2.070  -2.150  -2.300  -5.626    0.000

. pescadf l_gh2sc20trust, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_gh2sc20trust
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

t-bar   cv10   cv5   cv1   Z[t-bar]   P-value
-2.978  -2.580  -2.660  -2.810  -3.521    0.000

.
. xtunitroot hadri l_gh2sc20trust, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_gh2sc20trust
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots     Number of periods = 29

Time trend:          Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust            sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag Cross-sectional means removed
-----
Statistic          p-value
-----
z                  11.0361          0.0000
-----

. xtunitroot hadri l_gh2sc20trust, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_gh2sc20trust
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots     Number of periods = 29

Time trend:          Included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust            sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag
-----
Statistic          p-value
-----
z                  10.9915          0.0000
-----

```



```

.
. *Variable l_12pf13civil_T
. pescadf l_12pf13civil_T, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_12pf13civil_T
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      0.160     -2.070     -2.150     -2.300     9.550         1.000

. pescadf l_12pf13civil_T, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_12pf13civil_T
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -0.539     -2.580     -2.660     -2.810     9.332         1.000

.
. xtunitroot hadri l_12pf13civil_T, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_12pf13civil_T
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =      24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =    29

Time trend:          Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed
-----
                        Statistic      p-value
-----
z                        25.4473      0.0000
-----

. xtunitroot hadri l_12pf13civil_T, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_12pf13civil_T
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =      24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =    29

Time trend:          Included              Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag
-----
                        Statistic      p-value
-----
z                        14.9295      0.0000
-----

.
.
. *Variable l_12pf13civil
. pescadf l_12pf13civil, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_12pf13civil

```



```

0.057 -2.070 -2.150 -2.300 9.032 1.000
. pescadf l2pf13civil, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l2pf13civil
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29) Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

t-bar cv10 cv5 cv1 Z[t-bar] P-value
-0.261 -2.580 -2.660 -2.810 10.791 1.000

.
. xtunitroot hadri l2pf13civil, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l2pf13civil
-----
Ho: All panels are stationary Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods = 29

Time trend: Not included Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust sequentially
LR variance: Bartlett kernel, 1 lag Cross-sectional means removed
-----
Statistic p-value
-----
z 30.7146 0.0000
-----

. xtunitroot hadri l2pf13civil, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l2pf13civil
-----
Ho: All panels are stationary Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots Number of periods = 29

Time trend: Included Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust sequentially
LR variance: Bartlett kernel, 1 lag
-----
Statistic p-value
-----
z 15.7252 0.0000
-----

.
.
. *Variable l_pt3sc24happf_T
. pescadf l_pt3sc24happf_T, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_pt3sc24happf_T
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29) Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

t-bar cv10 cv5 cv1 Z[t-bar] P-value
-3.112 -2.070 -2.150 -2.300 -6.808 0.000

. pescadf l_pt3sc24happf_T, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_pt3sc24happf_T

```



```

. xtunitroot hadri l_pt3sc24happf, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_pt3sc24happf
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =   29

Time trend:          Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag Cross-sectional means removed
-----
                Statistic      p-value
-----
z                2.4562        0.0070
-----

. xtunitroot hadri l_pt3sc24happf, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_pt3sc24happf
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =   29

Time trend:          Included             Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag
-----
                Statistic      p-value
-----
z                2.8618        0.0021
-----

.
. *Variable pt3sc24happf
. pescadf pt3sc24happf, lags(1)

Pesaran's CADF test for pt3sc24happf
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -3.126     -2.070     -2.150     -2.300     -6.879        0.000

. pescadf pt3sc24happf, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for pt3sc24happf
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -3.292     -2.580     -2.660     -2.810     -5.175        0.000

.
. xtunitroot hadri pt3sc24happf, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for pt3sc24happf
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24

```

```

Ha: Some panels contain unit roots          Number of periods =    29
Time trend:                               Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                  sequentially
LR variance:                               Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed
-----
Statistic          p-value
-----
z                  1.4407          0.0748
-----

```

```
. xtunitroot hadri pt3sc24happf, kernel(bartlett 1) trend
```

```
Hadri LM test for pt3sc24happf
```

```

-----
Ho: All panels are stationary                Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots          Number of periods =    29
Time trend:                               Included              Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                  sequentially
LR variance:                               Bartlett kernel, 1 lag
-----
Statistic          p-value
-----
z                  3.0465          0.0012
-----

```

```
.
.
. *Variable l_13pf8presh_T
. pescadf l_13pf8presh_T, lags(1)
```

```

Pesaran's CADF test for l_13pf8presh_T
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

```

```

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -1.517     -2.070     -2.150     -2.300     1.165         0.878

```

```
. pescadf l_13pf8presh_T, lags(1) trend
```

```

Pesaran's CADF test for l_13pf8presh_T
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

```

```

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
      -2.380     -2.580     -2.660     -2.810     -0.369        0.356

```

```
. xtunitroot hadri l_13pf8presh_T, kernel(bartlett 1) demean
```

```
Hadri LM test for l_13pf8presh_T
```

```

-----
Ho: All panels are stationary                Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots          Number of periods =    29
Time trend:                               Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust                  sequentially
LR variance:                               Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed
-----
Statistic          p-value
-----

```



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>138

```

z                16.0407          0.0000
-----
. xtunitroot hadri l_13pf8presh_T, kernel(bartlett 1) trend

Hadri LM test for l_13pf8presh_T
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =   29

Time trend:          Included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust              sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag
-----
                Statistic      p-value
-----
z                11.6879          0.0000
-----

```

```

. *Variable l_13pf8presh
. pescadf l_13pf8presh, lags(1)

Pesaran's CADF test for l_13pf8presh
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

```

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-1.513	-2.070	-2.150	-2.300	1.183	0.881

```

. pescadf l_13pf8presh, lags(1) trend

Pesaran's CADF test for l_13pf8presh
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

```

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-2.382	-2.580	-2.660	-2.810	-0.378	0.353

```

. xtunitroot hadri l_13pf8presh, kernel(bartlett 1) demean

Hadri LM test for l_13pf8presh
-----
Ho: All panels are stationary          Number of panels =    24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods =   29

Time trend:          Not included      Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust              sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed
-----
                Statistic      p-value
-----
z                15.9392          0.0000
-----

```

```

. xtunitroot hadri l_13pf8presh, kernel(bartlett 1) trend

```

```

Hadri LM test for l_13pf8presh
-----

```



```

Ho: All panels are stationary          Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods = 29

Time trend:          Included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust            sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed

```

	Statistic	p-value
z	11.5553	0.0000

```

.
. *Variable l3pf8presh
. pescadf l3pf8presh, lags(1)

```

```

Pesaran's CADF test for l3pf8presh
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant

```

```

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

```

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-1.503	-2.070	-2.150	-2.300	1.236	0.892

```

. pescadf l3pf8presh, lags(1) trend

```

```

Pesaran's CADF test for l3pf8presh
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values
truncated
Deterministics chosen: constant & trend

```

```

t-bar test, N,T = (24,29)          Obs = 648
Augmented by 1 lags (average)

```

t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-value
-2.388	-2.580	-2.660	-2.810	-0.409	0.341

```

.
. xtunitroot hadri l3pf8presh, kernel(bartlett 1) demean

```

```

Hadri LM test for l3pf8presh

```

```

Ho: All panels are stationary          Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods = 29

Time trend:          Not included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust            sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag  Cross-sectional means removed

```

	Statistic	p-value
z	15.5018	0.0000

```

. xtunitroot hadri l3pf8presh, kernel(bartlett 1) trend

```

```

Hadri LM test for l3pf8presh

```

```

Ho: All panels are stationary          Number of panels = 24
Ha: Some panels contain unit roots    Number of periods = 29

Time trend:          Included          Asymptotics: T, N -> Infinity
Heteroskedasticity: Robust            sequentially
LR variance:        Bartlett kernel, 1 lag

```

	Statistic	p-value
z	15.5018	0.0000



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>140

z 10.9984 0.0000

---

.  
.  
.  
.  
end of do-file

. log close  
  name: <unnamed>  
  log: C:\2012-2013\out2.smcl  
  log type: smcl  
  closed on: 12 Jan 2013, 23:21:36

---



summarize

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
países	696	12.5	6.927165	1	24
ano	696	1994	8.372617	1980	2008
pt1lec14cre~g	696	110.1278	54.2591	20.59848	312.7838
pt2ec16openi	696	.5444088	.2884562	.1347851	1.88226
pt3sc24happf	696	2.175028	.1632697	1.625	2.458496
pt3i5inteu	696	18.95726	26.15036	.00523	90.00107
x1di7articap	696	.0005218	.0002789	0	.0012764
x2di6patecap	696	.0000601	.0000649	0	.0003073
x3dilroyag	696	.040336	.1857578	.0000114	1
gili3teler	696	2.355332	.9465273	.4983997	7.133309
gi2i4elec	696	8450.35	5697.988	1558.571	36852.54
gi3i8carrd	696	18.21793	17.6371	.452701	82.1926
gh1pf10physi	696	7.24205	.9329773	3	8
gh2sc20trust	696	30.26547	5.190415	18.5	46.40767
gh3sc8gini	696	30.26547	5.190415	18.5	46.40767
geles12educ	696	5.299248	1.191617	1.891341	9.101585
ge2es10schom	696	9.642176	1.552255	5.5302	13.0221
ge3es3enrot	696	46.86552	19.16247	2.649382	98.79424
l1pf12polir	696	-1.172701	.7792033	-6	-1
l2pf13civil	696	-1.408908	.7680368	-5	-1
l3pf14freea	696	1.825192	.3969961	0	2
l3pf8presh	696	1.739272	.4493781	0	2
rgdpcht	696	1.02e+12	1.95e+12	7.23e+09	1.31e+13
rgdpch	696	26292.67	8290.646	7229.118	51798.08
workert	696	1.75e+07	2.83e+07	106228.4	1.56e+08
rgdpwok	696	54407.55	14693.74	15408.88	97294.43
pop	696	36289.07	56292.72	228.161	304374.8
l_pt1lec14c~g	696	4.586973	.487245	3.025217	5.745512
l_pt2ec16o~i	696	-.7297555	.492803	-2.004073	.6324733
l_pt3sc24h~f	696	.7741254	.0771306	.4855078	.8995497
l_pt3i5inteu	696	1.402936	2.023416	-5.253344	4.499822
l_x1di7art~p	695	-7.767241	.7642392	-12.68823	-6.663742
l_x2di6pat~p	696	-1.228111	1.465831	-4.60517	1.125838
l_x3dilroyag	696	-5.921112	1.590172	-11.38287	0
l_gili3teler	696	.7807891	.3908293	-.6963529	1.964775
l_gi2i4elec	696	8.853527	.6019665	7.351524	10.51468
l_gi3i8carrd	696	2.454844	1.016401	-.7925233	4.409065
l_gh1pf10p~i	696	1.970099	.1467321	1.098612	2.079442
l_gh2sc20t~t	696	3.395103	.1739361	2.917771	3.837465
l_gh3sc8gini	696	3.395103	.1739361	2.917771	3.837465
l_geles12e~e	696	1.640286	.2413287	.6372862	2.208449
l_ge2es10s~m	696	2.252325	.1696689	1.710224	2.566648
l_ge3es3en~t	696	3.73136	.5506793	.9743264	4.59304
l_l1pf12po~r	696	.7725174	.3116738	.6931472	2.484907
l_l2pf13ci~l	696	.9395658	.4000758	.6931472	2.302585
l_l3pf14fr~a	696	1.335083	.120246	.6931472	1.386294
l_l3pf8presh	696	1.310602	.1336064	.6931472	1.386294
l_rgdpcht	696	26.63241	1.445339	22.7018	30.20533
l_pop	696	9.606375	1.435161	5.430051	12.62602
l_rgdpch	696	10.11827	.3634577	8.885872	10.85511
l_workert	696	15.7688	1.425832	11.57335	18.86322
l_rgdpwok	696	10.85997	.3175295	9.642699	11.4855
d_pt1lec14c~g	672	.0255509	.1192943	-.7867191	.9234781
d_pt2ec16o~i	672	.0098408	.0701283	-.3030247	.2515485



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>142

d_pt3sc24h~f	672	.0010094	.0222036	-.1904932	.1396289
d_pt3i5inteu	672	.1506342	.6098776	-5.253344	2.298754
d_xldi7art~p	671	.0331417	.1198726	-1.800079	.910327
d_x2di6pat~p	672	.0288883	.2368086	-2.547407	3.177208
d_x3dilroyag	672	-.0001478	1.010948	-11.38287	11.14334
d_gili3teler	672	.0250813	.1318749	-1.629618	.5742171
d_gi2i4elec	672	.0214687	.0349674	-.1771994	.1624002
d_gi3i8carrd	672	.0285646	.1647054	-2.019655	1.623154
d_ghlpf10p~i	672	-.0013733	.1268448	-.6931472	.4970323
d_gh2sc20t~t	672	.0025774	.1079279	-.6286087	.5785804
d_gh3sc8gini	672	.0641497	3.140212	-18.572	15.3
d_geles12e~e	672	.0193031	.4320528	-2.89429	1.632354
d_ge2es10s~m	672	.0744492	.2117595	-.6907511	1.342801
d_ge3es3en~t	672	1.602179	3.233061	-23.43179	20.5825
d_l1pf12po~r	672	.0239087	.189203	-1	2
d_l2pf13ci~l	672	.0195437	.2333546	-1	2
d_l3pf14fr~a	672	.002381	.2309852	-1	1
d_l3pf8presh	672	.0021825	.4032759	-1	1
d_rgdpch	672	.0243952	.0255138	-.1302834	.1262722
d_pop	672	.0052009	.004851	-.0161715	.0260611
d_rgdpch	672	.0191943	.0255806	-.1342058	.1193953
d_workert	672	.0097353	.1387274	-2.517159	2.530558
d_rgdpwok	672	.0146599	.027077	-.1830254	.0998011
l_l1pf12po~T	696	-.1990074	.3571672	-.2869027	1.83587
l_l2pf13ci~T	696	-.1028494	.3722522	-.3389145	1.004486
l_l3pf8pre~T	696	.300096	.1288823	-.3182218	.3726493
l_pt3sc24h~T	696	-.2144999	.0691042	-.4580691	-.0985202

. outsheet using "C:\2012-2013\tempbase.csv", comma replace  
(note: file C:\2012-2013\tempbase.csv not found)

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>

**Aaboen, L. et Lindelöf, P. (2008)**, « Incubator performance: an efficiency frontier analysis », *International Business Innovation and Research*, 2 (4), pp. 354-380.

**Abramovitz, M. (1986)**, « Catching up, forging ahead and falling behind », *Journal of Economic History*, 46 (2), pp. 385-406.

**Abramovitz, M. (1994)**, « Catch-up and convergence in the postwar growth boom and after », dans « *Convergence of productivity: cross-national studies and historical evidence* », W. Baumol, R. R. Nelson and E. Wolff (eds.), New York : Oxford University Press, pp. 86-125.

**Adam, C S. et Bevan, D. L. (2005)**, « Fiscal deficits and growth in developing countries », *Journal of Public Economics*, Elsevier, 89 (4), pp. 571-597.

**Afonso, O., Monteiro, S. et Thompson, M. (2012)**, « A growth model for the Quadruple Helix », *Journal of Business Economics and Management* 2012, 13 (5), pp. 849-865.

**Aghion, P. et Howitt, P. (1992)**, « A model of growth through creative destruction », *Econometrica*, 60 (2), pp. 323-351.

**Aghion, P. et Howitt, P. (1998)**, « Endogenous growth theory », *MIT Press*, Cambridge.

**Alcouffe, A. (1992)**, « Etudes des systèmes nationaux de Recherche et Développement : le cas de l'Union Maghreb arabe », *note de synthèse*, Université de Toulouse I.

**Allen, T.J et Cohen, W.M. (1969)**, « Information flow in research and development laboratories », *Administrative Science Quarterly*, 14 (1), pp. 12-19.

**Amable, B. et Guellec, D. (1992)**, « Les théories de la croissance endogène », *Revue d'Economie Politique*, 102 (3), pp. 314-327, Mai - Juin.

**Anagnostopoulou, S.C. (2008)**, « R&D expenses and firm valuation: a literature review », *International Journal of Accounting and Information Management*, 16 (1), pp. 5-24.

**Arellano, M. et Bond, S. (1991)**, « Some tests of specification for panel data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations », *Review of Economic Studies*, 58 (2), pp. 277-97, Avril.

**Archibugi, D. et Coco, A. (2004)**, « Measuring technological capabilities at the country level : a comparison among different approaches », *Italian National Research Council*, Rome.

**Arnkil, R., Jarvensivu, A., Koski, P. et Piirainen, T. (2010)**, « Exploring the Quadruple Helix », *Work Research Center*, University of Tampere. Disponible sur le site de mimeo [www.cligproject.eu/en/activities/research/quadruple\\_helix\\_research/?id=127](http://www.cligproject.eu/en/activities/research/quadruple_helix_research/?id=127).

**Arthur B., Lane D. et Durlauf S. (1997)**, « The economy an evolving complex system II », *Saint Fé Institute Studies in the Science of Complexity*, Perseus Books Group, date de publication : 06 octobre 1997.

**Aschauer, D. (1989)**, « Is public expenditure productive? », *Journal of Monetary Economics*, 23 (2), pp. 177-200.

**Aschauer, D. (1991)**, « Is public expenditure productive? », *Journal of Monetary Economics*, 23 (2).

**Aubert, J. E. et Reiffers J. L. (2003)**, « Knowledge economies in the middle East and North Africa: toward new development strategies », *WBI Learning Resources Series*, World Bank, Washington.

**Bai, J. et Kao, C. (2006)**, « On the estimation and inference of a panel cointegration model with cross-sectional dependence » dans « *Panel data econometrics: Theoretical contributions and empirical applications* », B. H. Baltagi (Ed.), Elsevier Science, Amsterdam.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>146

**Bai, J. et Ng, S. (2002)**, « Determining the number of factors in approximate factor models », *Econometrica*, 70 (1), pp. 191-221.

**Bai, J. et Ng, S. (2004)**, « A PANIC attack on unit roots and cointegration », *Econometrica*, 72 (4), pp. 191-221.

**Baltagi, B. H. (2001)**, « Econometric analysis of panel data », *John Wiley et Sons* New York.

**Baltagi, B. H. (2005)**, « Econometric analysis of panel data », *JohnWiley et Sons*, New York.

**Baltagi, B. H. (2008)**, « Econometric analysis of panel data », (*4th ed.*), *JohnWiley et Sons*, New York.

**Baltagi, B. H. et Kao C. (2000)**, « Nonstationary panels, cointegration in panels and dynamic panels: a Survey », *Center for Policy Research Working Papers 16*, Center for Policy Research, Maxwell School, Syracuse University.

**Balzat, M. et Andreas P. (2005)**, « Mapping national innovation systems in the OECD Area », *Discussion Paper Series 279*, Institute for Economics, Universitaet Augsburg.

**Balzat M. et Hanusch H. (2004)**, « A new era in the dynamics of European integration? » *Discussion Paper Series 261*, Institute for Economics, Universitaet Augsburg.

**Barro, R. J. (1988)**, « The ricardian approach to budget deficits », *Working Papers 728*, Department of Economics, Queen's University.

**Barro, R. J. (1990a)**, « Government spending in a simple model of endogenous growth », *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. S103-S126.

**Barro, R. J. (1990b)**, « The stock market and investment », *Review of Financial Studies*, 3 (1), pp. 115-131.

**Barro, R. J. (1991)**, « Economic growth in a cross section of countries.», *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), pp. 407-443.

**Barro, R. J. (1993)**, « International comparisons of educational attainment », *NBER Working Paper*, No. 4349, National Bureau of Economic Research, Inc.

**Barro, R. J. (1994)**, « Sources of economic growth », *Carnegie-Rochester Conference, Series on Public Policy*, 40, pp. 1-46.

**Barro, R. J. (2001)**, « International data on educational attainment: updates and implications », *Oxford Economic Papers*, 53, pp. 541-563.

**Barro, R. J. et Redlick, C. J. (2009)**, « Macroeconomic effects from government purchases and taxes », *NBER Working Papers No. 15369*, National Bureau of Economic Research, Inc.

**Barro, R. J. et Sala-i-Martin, X. (1991)**, « Convergence across states and regions », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp. 107-182.

**Barro, R. J. et Sala-i-Martin, X. (1995)**, *Economic growth (1<sup>st</sup> Edition)*, McGraw-Hill, New York.

**Barro, R. J. et Sala-i-Martin, X. (2004)**, *Economic growth (2<sup>nd</sup> Edition)*, McGraw-Hill, New York.

**Barroso, J.M. (2010)**, « Europe 2020: a european strategy for smart, sustainable and inclusive growth », Communication COM (3.3.2010) from the European Commission, Brussels.

**Barth, J. et Bradley, M. (1987)**, « The impact of government spending on economic activity, manuscript », George Washington University, Washington.

**Baruch, L. (2001)**, « Markets in intagibles: patent licensing », *Discussion Paper*, New York University.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>148

**Baumol, W. (1986)**, « Productivity growth, convergence and welfare: what the long-run data show », *American Economic Review*, 76, pp. 1072-1085.

**Beck, T., Clarke, G., Groff, A., Keefer, P. et Walsh, P. (2001)**, « New tools and new tests », dans « comparative political economy: the database of political institutions », *World Bank Economic Review*, 15, pp. 165-76:

<http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/0,,contentMDK:20649465~pagePK:64214825~piPK:64214943~theSitePK:469382,00.html>

**Benavie, A., Grinols, E. et Turnovsky, S. J. (1996)**, « Adjustment costs and investment in a stochastic endogenous growth model », *Journal of Monetary Economics*, 38, pp. 77-100.

**Benhabib, J. et Spiegel, M. (1994)**, « The role of human capital in economic development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data », *Journal of Monetary Economics*, 34 (2), pp. 143-173.

**Berthomieu, C. (2009)**, « La théorie macroéconomique moderne à nouveau en débat : l'impossible synthèse. Conséquences sur le rôle de l'État », *Communication : « Théorie économique moderne et réformes de l'économie Russe »*, 5<sup>e</sup> conférence internationale, 27 Novembre 2009, Moscou : [article publié dans les actes du colloque. Moscou : Economika, 2010.](#)

**Berthomieu C., RI, A. et Suleymenova, K. (2009)**, « Hiver 2006-2007 : des macroéconomistes prestigieux s'interrogent sur la double dimension scientifique et pratique de leur discipline », *Communication : « Théorie économique moderne et réformes de l'économie Russe »*, 5<sup>e</sup> conférence internationale, 27 Novembre 2009, Moscou : [article publié dans les actes du colloque. Moscou : Economika, 2010.](#)

**Berthomieu C., RI, A. (2010)**, « La Crise économique mondiale comme révélateur de la crise de la théorie économique », Communication à la Conférence scientifique et pratique internationale "Crise économique mondiale et voies de son élimination", organisée par l'Université de l'Université d'État d'Economie et de Droit du Baïkal (Irkoutsk, Russie), 22-24 Mars 2010.

**Blanchard, O. et Perotti, R. (2002)**, « An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output », *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, 117(4), pp. 1329-1368, November.

**Blundell, R. et Bond, S. (1998)**, « Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models », *Journal of Econometrics*, Elsevier, 87 (1), pp. 115-143, August.

**Bond, S., Anke, H. et Temple, J. (2001)**, « GMM estimation of empirical growth models », *CEPR Discussion Paper N° 3048*.

**Bose, N., Haque, M. E. et Osborn, D. R. (2003)**, « Public expenditure and growth in developing countries: education is the Key », *Centre for Growth and Business Cycle Research Discussion Paper Series 30*, Economics, University of Manchester.

**Bose, N., Haque, M. E. et Osborn, D. R. (2007)**, « Public expenditure and economic growth: a disaggregated analysis for developing countries », *Manchester School*, University of Manchester, 75 (5), pp. 533-556.

**Boyer, R. (1994)**, « Théorie de la régulation : une analyse critique », *La Découverte*, Agalma, Paris.

**Boyer, R. (2004)**, « Une théorie du Capitalisme : est-elle Possible ? », *Editions Odile Jacob*, Paris.

**Braczyk, H., Cooke, P. et Heinderinch, M. (1998)**, « Regional innovation systems: the role of governance in a globalized world », University College Press, London.

**Bradley, M., Jarrell, G. A., Kim, E.H. (1984)**, « On the existence of an optimal capital structure: theory and evidence », *Journal of finance*, 39, pp. 857–878.

**Breitung, J. et Mayer, W. (1994)**, « Testing for unit roots in panel data: are wages on different bargaining levels cointegrated? », *Applied Economics*, 26, pp. 353-361.



**Breitung, J. (2000)**, « The local power of some unit root tests for panel data », *Advances in Econometrics*, Volume 15 : « Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels », ed. B. H. Baltagi, pp. 161–178, JAY Press, Amsterdam.

**Breitung, J., et Das., S. (2005)**, « Panel unit root tests under cross-sectional dependence », *Statistica Neerlandica*, 59, pp. 414–433.

**Brock, W. A. et Durlauf, S. N. (2001)**, « Growth empirics and reality », *The World Bank Economic Review*, 15 (2), pp. 229-272.

**Calderon, C. et Serven, L. (2004)**, « Trends in infrastructure in Latin America, 1980-2001 », *Policy Research Working Paper Series 3401*, The World Bank.

**Callon, M. (1986)**, « Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and fishermen of St. Briec Bay », in *John Law (Eds)*, « Power, action and belief: a new sociology of knowledge? », Routledge and Keagan, London.

**Callon, M. (1989)**, « La science et ses réseaux », *La Découverte*, Paris.

**Callon, M. (1991)**, « Techno-economic networks and irreversibility », in *John Law (Eds)*, « Essays on power, technology and domination », Routledge, London.

**Callon, M. et Latour, B. (1987)**, « La science telle qu'elle se fait. Une anthologie de la sociologie des sciences de la langue anglaise », *La Découverte*, Paris.

**Camagni, R. (1991)**, « Innovation networks - spatial perspectives », *Belhaven Press*, London.

**Camic, C. et Hodgson G. M.**, « The essential writings of Thorstein Veblen », (*Routledge Studies in the History of Economics*), Routledge, 2010-2011.

**Carayannis, E. G. et Campbell, D. F. (2006)**, « Introduction and chapters summaries », in *Carayannis, E. C and Campbell D. F. J (Eds)*, « Knowledge creation, diffusion and use in innovation networks and Knowledge clusters. A comparative system approach

*across the United States, Europe and Asia* », Praeger, Westport, Pp. ix-xxvi, Connecticut.

**Carayannis, E. G. et Campbell, D. F. (2009a)**, « Knowledge creation, diffusion and use in innovation networks and knowledge clusters : A comparative System Approach across the United States, Europe and Asia », Praeger.

**Carayannis, E. G. et Campbell, D. F. (2009b)**, « Mode 3 and Quadruple Helix Toward a 21<sup>st</sup> century fractal innovation ecosystem », *International Journal of Technology Management*, 46 (3), pp. 201-234.

**Carlsson, B. (1995)**, « Technological systems and economic performance. The case of factory automation », Dordrecht: Kluwer Academic.

**Carlsson, B. et Stankiewicz, R. (1991)**, « On the nature, function, and composition of technological systems », *Journal of evolutionary economics*, 1 (2), pp. 93-118.

**Carrère, C. et De Melo, J. (2011)**, « Notes on detecting the effects of non tariff measures », *Journal of Economic Integration*, Center for economic integration, Sejong University, 26, pp. 136-168.

**Castellacci, F. (2004)**, « A neo-Schumpeterian approach to why growth rates differ », *Revue Economique*, 55 (6), pp. 1145-1170.

**Castellacci, F. (2006)**, « Convergence and divergence among technology clubs », *DRUID Working Paper Series n° 06-2*, Copenhagen.

**Castellacci, F. (2006)**, « Closing the technology gap? », *Review of development economics*, 15 (1), pp. 180-197.

**Castellacci, F. et Archibugi, D. (2008)**, « The technology clubs: the distribution of knowledge across nations », *Research Policy*, 37, pp. 1659-1673.

**Castellacci, F. et Natera, J. M. (2011)**, « A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANA) », *MPRA Paper n°*



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>152

28376, publié le 24 January 2011 / 17:50 sur le site mimeo <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/28376/>.

**Castellacci, F. et Natera, J. M. (2013)**, « The dynamics of national innovation systems: a panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity », in *Research Policy*, 42 (3), Elsevier.s., pp. 579-594.

**Chesbrough, H. (2003a)**, « Open Innovation: the new imperative for creating and profiting from technology », *Harvard Business School Press: Boston, MA*.

**Chesbrough, H. (2003b)**, « The Era of Open Innovation », *MIT Sloan Management Review*, N° 3, pp. 35-41.

**Choi, I. (2001)**, « Unit root tests for panel data », *Journal of International Money and Finance*, 20, pp. 249–272.

**Cingranelli et Richards (2008)**, CIRI Human Rights Data Project: <http://ciri.binghamton.edu/>

**Coase, R. (1982)**, « How should economists choose? », *American Enterprise Institute*, Washington, D. C.

**Coe, D. T. et Helpman, E. (1995)**, « International R&D spillovers », *European economic Review*, 39 (5), pp. 859-887.

**Cohen, D. (1993)**, « Growth and External Debt », *CEPR Discussion Paper*, N° 778

**Cohen, W., Nelson, R. et Walsh, J. (2002)**, « Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D », *Management Science*, 48 (1), pp. 1-23.

**Connolly, M. et Valderrama, D. (2005)**, « North-South technological diffusion: a new case for dynamic gains from trade », *Duke University WP*, disponible sur le site :

[http://econ.duke.edu/~connolly/Working%20Papers/North\\_South\\_Tech\\_Diffusion.pdf](http://econ.duke.edu/~connolly/Working%20Papers/North_South_Tech_Diffusion.pdf)

**Cristiano, L., Eichenbaum, M. et Rebelo, S. (2011)**, « When is the gouvernement spending multiplier large? », *Journal of political economy*, 119 (1).

**Csikszentmihalyi, M. (1997)**, « Finding flow: The psychology of engagement with everyday life », New York : Basic Books.

**Czuchry, A. J., Yasin, M. M. et Peisi, T. C. (2009)**, « A systematic approach to promoting effective innovation: a conceptual framework and management implications », *Int. J. business innovation and research*, 3 (6), pp. 575-595.

**D'Eichhorst, W., Profit, S., Thode, E. (2001)**, « Benchmarking deutschland: arbeitsmarkt und beschäftigung », Berlin : Springer.

**De Liso N. (2006)**, « Charles Babbage, Technological Change and the National System of Innovation », *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 162, pp. 470-485.

**Delman, J. and Madsen, S. T. (2007)**, « Nordic triple helix Collaboration in Knowledge, Innovation, and Business in China and India : A preliminary study », *NIAS-Nordic Institute of asian studies*.

**Devarajan, S., Swaroop, V. et Zou, H. F. (1996)**, « The composition of Public expenditure and economic growth », *Journal of Monetary Economics*, 37 (2), pp. 313-344.

**Dezhina, I. (2004)**, « Creating Innovative Infrastructure in Russia: government policy », *Conference Paper*, 4S & EASST Conference, August 26-28, Paris, France.

**Dickey, D. A. et Fuller, W. A. (1979)**, « Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root », *Journal of the american statistical association*, 74.

**Doppelhofer, G., Miller, R. I. et Sala-i-Martin, X. (2000)**, « Determinants of Long-Term Growth: A Bayesian Averaging of Classical Estimates (Bace) Approach », *NBER Working Paper*, N° 7750.

**Dorfman, N. (1983)**, « Route 128: The development of a regional high technology economy », *Research Policy*, 12 (6).



**Dosi, G. et Fagiolo, G. (2002)**, « Exploitation, exploration and innovation in a model of endogenous growth with locally interacting agents », *structural change and economic dynamics*, Elsevier, 14 (3), pp. 237-273, September.

**Duflo, E., Glennester, R. et Kremer, M., (2006a)**, « Using randomization in development economic research: A toolkit », *Discussion Paper*.

**Duflo, E., Kremer, M. et Robinson, J. (2006b)**, « Understanding technology adoption: Fertilizer in Western Kenya, preliminary results from field experiments », *sur le site de mimeo*.

**Durlauf, S. (2005)**, « Complexity and Empirical Economics », *Economic Journal*, Royal Economic Society, 115 (504), pp. F225-F243.

**Durlauf, S. et Johnson, P. A. (1995)**, « Multiple Regimes and Cross-Country Growth Behavior », *Journal of applied econometrics*, 10 (4), pp. 365-384.

**Durlauf, S. et Quah, D. (1998)**, « The empirics of economic growth », *NBER Working Paper*, N° 6422.

**Durlauf, S. et Quah, D. (1998)**, « The New Empirics of Economic Growth », in *J. Taylor and M. Woodford (eds.), Handbook of macroeconomics*. Amsterdam : North Holland.

**Durlauf, S., Johnson, P. A. et Temple, J. (2004)**, « Growth Econometrics », in *P. Aghion and S. Durlauf (eds.), Handbook of economic growth (Forthcoming)*, Amsterdam: North-Holland.

**Durlauf, S. N., West, K. D. et Brock, W. A., (2007)**, « Model uncertainty and policy evaluation: Some theory and empirics », *Journal of econometrics*, Elsevier, 136 (2), pp. 629-664, February.

**Easterly, W. et Rebelo, S. (1993)**, « Fiscal policy and growth », *Journal of monetary economics*, 32, pp. 417-458.

Econometric international winter school using Stata at faculdade de economia da universidade do Poto, by Timberlake and CEF.UP, January 22-25, 2013.

**Edquist, C. (1997)**, « Systems of innovation approaches -Their emergence and characteristics », in *Edquist, C. (Ed.), « Systems of innovation: Technologies, organizations and institutions »*, Pinter : London.

**Edquist, C. (2000)**, « Innovation policy – A systemic approach », in *D. Archibugi and B.-Å. Lundvall (Eds.), « The globalizing learning economy »*, Oxford University Press: Oxford.

**Edquist, C. (2006)**, « Systems of innovation: Perspectives and Challenges », in *Frangerberg, J. Mowery, D.C, Nelson, R.R (Eds), The Oxford handbook of innovation*, Oxford University Press, New York.

**Edquist, C. et Johnson, B. (1997)**, « Institutions and Organizations in Systems of Innovation », in *Edquist, C. (ed), « Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations »*, Pinter Publishers, London, pp. 41-63.

**Edquist, C. et Hommen, L. (2009)**, « Small country innovation systems: globalization, change and policy in Asia and Europe », Edward Elgar Publishing.

**Edquist, C., et McKelvey, M. (2000)**, « Systems of innovation: Growth, competitiveness and employment », Edward Elgar Publisher.

**Edquist, C. et Texier, F. (1996)**, « The growth pattern of Swedish industry 1975-1991 », Published by The research Institute of the finnish economy (ETLA) and government Institute for economic research (VATT) em Osmo Kuusi (ed.) (1996), « *innovation systems and competitiveness* », Taloustieto Oy Publishers, Helsinki.

**Engstrom, T. (1987)**, « Little silicon valleys, high technology », 7(1), 24-32: from National Systems and « Mode 2 » to a Triple Helix of University-Industry-Government relations, *Research Policy*, 29, pp. 109-123.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>156

**Eriksson, M., Niitamo, V. P., Kulkki, S. et Hribernik, K. A. (2006)**, « Living labs as a Multi-Contextual R&D Methodology », *the 12th international conference on Concurrent Enterprising*, « Innovative products and services through collaborative networks », June 26-28, ICE, Milan, Italy.

**Estache, A. et Gonzalez, M. et Trujillo, L. (2007)**, « Government expenditures on education, health, and infrastructure: a naive look at levels, outcomes, and efficiency », *Policy Research Working Paper Series 4219*, The World Bank.

**Etzkowitz, H., (1999)**, « Bridging the gap: the evolution of industry–university links in the United States », in *Branscomb, L., Kodama, F. (Eds.)*, « *Industrializing Knowledge: University–Industry Linkages in Japan and the United States* », MIT Press, Cambridge, MA.

**Etzkowitz, H. (2003)**, « Innovation in innovation: the Triple Helix of university-industry-government relations », *Social science information*, 42 (3), pp. 293-337.

**Etzkowitz, H., (forthcoming)**, « The second academic revolution: MIT and the Rise of Entrepreneurial Science », Gordon & Breach, London.

**Etzkowitz, H. et Klofsten, M. (2005)**, « The innovating region: toward a theory of knowledge-based regional development », *R&D Management*, 35(3), pp. 243-255.

**Etzkowitz, H. et Leydesdorff, L. (2000)**, « The dynamics of innovation: from national systems and « Mode 2 » to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations », *Research Policy*, 29 (22), pp. 109-123.

**Evans, G., Honkapohja, S. et Romer, P. (1998)**, « Growth Cycles », *American Economic Review*, 88 (3), pp. 495-515.

**Fagerberg, J. (1994)**, « Technology and International differences in growth rates », *Journal of Economic Literature*, 32, pp. 1147-1175.

**Fagerberg, J. and Verspagen, B. (2002)**, « Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation », *Research Policy*, 31, pp. 1291-1304.

**Fagerberg, J., Srholec, M. and Knell, M. (2007)**, « The competitiveness of nations: Why some countries prosper while others fall behind », *World Development*, 35 (10), pp. 1595-1620.

**Fagerberg, J., and Srholec, M. (2008)**, « National innovation systems, capabilities and economic development », *Research Policy*, 37, pp. 1417-1435.

**Fatas, A. et Mihov, I. (2001)**, « Government size and automatic stabilizers: international and intranational evidence », *Journal of International Economics*, Elsevier, 55 (1), pp. 3-28, October.

**Faulkner, W. et Senker, J. (1995)**, « Knowledge frontiers: Public sector research and industrial innovation in biotechnology, engineering, ceramics and parallel computing », Oxford University Press.

**Filho, L. W.(2006)**, « Promoting and Support of Innovation Infrastructures: Examples from the city of Hamburg », *International Journal foresight and innovation Policy*, 2 (2), pp.119-132.

**Fishback, P. V. (2006)**, « The irony of reform: Did large employers subvert workplace safety reform, 1869 to 1930? », *NBER Chapters*, in « *Corruption and reform: Lessons from America's economic history* », National Bureau of Economic Research, Inc., pp. 285-318.

**Florida, R. (1995)**, « Toward the learning region », *Futures*, 27(5), pp. 527-536.

**Florida, R. (2002)**, « The rise of creative class: And how its transforming work leisure community, and everyday life », *Basic books*, Cambridge MA.

**Fora (2009)**, « New Nature of Innovation », rapport disponible sur le site : <http://www.newnatureofinnovation.org/>



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>158

**Ford, R. et Poret, P. (1991)**, « Infrastructure and private-sector productivity », OECD, Economic Studies, 17, pp. 28-47.

**Freedom House** : <http://www.freedomhouse.org/>

**Freeman, J. C. et Soete, I. (1987)**, « Unemployment and technical innovation: A study of long waves and economic development », Francis Pinton London.

**Freeman, C. (1987)**, « technology and economic performance: Lessons from Japan », Pinter Publishers, Londres.

**Freeman, C. (1995)**, « History, Co-Evolution and Economic Growth », *Working Paper*, pp. 95-76, IIASA, Austria.

**Freeman, C. (1999)**, « Technical change and economic growth: The case of « Catch-up » », in *M. M. G. Fase, W. Kanning and D. A. Walker (eds) « Economics, welfare Policy and the history of economic thought : Essays in honour of Arnold Heertje, Cheltenham, Elgar »*.

**Freeman, C. (2000)**, « The « national system of innovation » in historical perspective », Cambridge Journal of Economics, 1995, 19, 5-24, (Reprinted in C. Edquist and M. McKelvey (eds.), « Systems of innovation: growth competitiveness and employment », 1, pp. 41-60).

**Freeman, C. (2001)**, « As time goes by: From the industrial revolutions to the information revolution », (co-author with Francisco Louça), Oxford, Oxford University Press.

**Freeman, C. (2008)**, « Systems of innovation: Selected essays in evolutionary economics », *Edward Elgar Publishing Ltd.*

**Freeman, C. (2009)**, « Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past », *Research Policy*, 38 (4), pp. 583-589, (with Luc L. Soete).

**Foray, D. (2000)**, « L'économie de la connaissance », *La Découverte*, Paris.

**Furman, J. L., Porter, M. E. et Stern, S. (2002)**, « The determinants of national innovative capacity », *Research Policy*, 31(6), pp. 899-933.

**Futagami, K., Morita, Y. et Shibata, A. (1993)**, « Dynamic analysis of an endogenous growth model with public capital », *Scandinavian Journal of Economics*, Wiley Blackwell, 95 (4), pp. 607-25, December.

**Gaffard J. L. (1988)**, « La dynamique économique de l'innovation », *Economica*, Paris.

**Gibbons, M. et Johnston, R. (1974)**, « The Roles of Science in Technological Innovation », *Research Policy*, 21 (2), pp. 163-190.

**Ginevicius, R., Korsakiene, R. (2005)**, « The knowledge-based economy », in «Lithuania: An analysis of tendencies », *Journal of business economics and management* », 6 (4), pp. 231-239.

**Gibbons, M., Limoges, C., Nowothy, H., Schwartzman, S., Scott, P. et Trow, M. (1994)**, « The new production of knowledge, the dynamics of science and research », in *contemporary societies*, Sage London.

**Godin, B. (2011)**, « Taking statistics (more) seriously: The measurement of science, technology and innovation and its future », Montreal : Centre - Urbanisation Culture, Société de l'Institut national de la recherche scientifique, 35.

**Gramlich, E.M. (1994)**, « Infrastructure investment: a review wssay », *Journal of Economic Litterature*, 23(2).

**Granberg, A. (1995)**, « The Academic infrastructure of factory automation », in B. Carlsson (eds), « Technological systems and economic performance. The case of factory automation », Dordrecht: Kluwer.

**Gassman, O. et Enkel, E. (2004)**, « Towards a Theory of Open Innovation: three core process archetypes », *Proceeding of the R&D management conference*, Lisbon, Portugal.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>160

**GII (2013)**, Global Innovation Index, « The Local Dynamics of Innovation », MERIT, Cornell University, INSEAD and WIPO, site de mimeo <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>.

**Godinho, M. M., Mendonca, S. F., Pereira, T. S. (2006)**, « Towards a Taxonomy of Innovation Systems », *site de mimeo*, Universidade Tecnica de Lisboa.

**Grier, K. et Tullock, G. (1987)**, « An Empirical Analysis of Cross-National Economic Growth », *Journal of monetary economics*, 24, pp. 259-276.

**Groenewegen, J. et Van Der Steen, M. (2006)**, « The evolution of national innovation systems », *Journal of Economic Issues*, 40( 2), pp. 277-285.

**Grossman, G. M. et Helpman, E. (1991)**, « Quality Ladders in the Theory of Growth », *The review of economic studies*, 58(1), pp. 43-61.

**Grossman, G. M. et Helpman, E. (1991a)**, « Innovation and Growth » in *the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, MA.

**Grossman, G. M. et Helpman, E. (1992)**, « Innovation and Growth » in the Global Economy. Cambridge, Massachussets: The MIT Press.

**Hadri, K. (2000)**, « Testing for stationarity in heterogeneous panel data » *Econometrics Journal*, 3, pp. 148–161.

**Hagedoorn, J. (1990)**, « Organisational modes of inter-firm co-operation and technology Transfer », *Technovation*, 10 (1), pp. 17-30.

**Hall, R. E. et Jones, C. I. (1999)**, « Why Do Some Countries Produce So Much More Output Than Others? », *Quarterly Journal of Economics*, 114 (1), pp. 83-116.

**Hall, P. et Soskice, D. (2001)**, « Introduction », in *varieties of capitalism*, New York: Oxford University Press.

**Halkier, H., Danson M. et Damborg, C. (eds.) (1998)**, « Regional development agencies in Europe », London: Jessica Kingsley.

**Harris, R. D. F., et Tzavalis, E. (1999)**, « Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed », *Journal of Econometrics*, 91, pp. 201–226.

**Harrison, G. W. et List, J. A. (2004)**, « Field Experiments », *Journal of Economic Literature*, American economic association, 42 (4), pp. 1009-1055, December.

**Hayashi, F. (1982)**, « Tobin's marginal q and average q: a neoclassical interpretation », *Econometrica*, 50, pp. 213-224.

**Helpman, E. (1992)**, « Endogeneous macroeconomic growth theory », *European Economic Review*, 36, pp. 237-267.

**Heshmati, A. (2007)**, « Establishment of Science Parks in the Federal Region of Kurdistan », *IZA Discussion Papers 3252*, Institute for the Study of Labor (IZA).

**Hodgson, G. M. (1994)**, « The return of institutional economics » in *N. Smelser and R. Swedberg (eds)*, *Handbook of Economic Sociology*, Princeton University Press, pp. 58-76.

**Hodgson, G. M. (1996)**, « Institutional economics: Old and new » in George Argyrous and Frank Stilwell (eds), « Economics as a social science: Readings in political economy », Pluto, London, pp. 154-8.

**Hodgson, G. M. (2001)**, « How economics forgot history: The problem of historical specificity in social science », London and New York: Routledge.

**Hodgson, G. M. (2002)**, « The evolution of institutions: An agenda for future theoretical research », *Constitutional Political Economy*, 13 (2), pp.111–127.

**Hodgson, G. M. (2003)**, « The hidden persuaders: Institutions and individuals in economic theory », *Cambridge Journal of Economics*, 27 (2), pp. 159–75.

**Hodgson, G. M. (2004)**, « The evolution of institutional economics: Agency, structure, and darwinism in american institutionalism », London and New York: Routledge.



**Hodgson, G. M. (2006)**, « What are Institutions? », *Journal of Economic Issues*, ( mimeo <http://checchi.economia.unimi.it/corsi/whatareinstitutions.pdf>)

**Hodgson, G. M., et Thorbjørn K. (2004)**, « The complex evolution of a Simple traffic convention: The functions and implications of habit », *Journal of economic behavior and organization*, 54 (1), pp.19–47.

**Holtz-Eakin, D. et Lovely, M. (1996)**, « Scale economics, returns to variety, and the productivity of public infrastructure », *Regional Science and Urban Economics*, 26, pp. 105-123.

**Honaker, J. et King, G. (2010a)**, « What to do about missing values in time-series crosssection data », *American journal of political science*, 54 (2), pp. 561-581.

**Honaker, J., King, G. et Blackwell, M. (2010b)**, « AMELIA II: A program for missing data », mimeo.

**Horton, N. et Kleinman, K. P. (2007)**, « Much ado about nothing: A comparison of missing data methods and software to fit incomplete data regression models », *The american statistician*, 61 (1), pp. 79-90.

**Im, K. S., Pesaran, M. H. et Shin, Y. (1995)**, « Testing for unit roots in heterogeneous panels », *Journal of Econometrics*, 115, pp. 53–74.

**Irmen, A. et Kuehnel, J. (2009)**, « Productive Government Expenditure and Economic Growth », *Journal of Economic Surveys*, 23(4), pp. 692-733.

**Islam (1995)**, « Growth empirics: A panel data approach », *Quarterly journal of economics*, 110 (4), pp. 1127-1170.

**Jacobsson, S., et Johnson A., (2000)**, « The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research », *Energy Policy*, 28 (9), pp. 625-640.

**Jensen, C. et Tragardh, B. (2004)**, « Narrating the Triple Helix concept of University-Industry-Government relations », *Science and Public Policy*, 23, pp. 279-86.

**Jevons, W. S. (1878)**, « The principles of science: a treatise on logic and scientific method », 2nd ed. London: Macmillan. Original edition, 1873.

**Johnson, B. (1992)**, « Institutionnal learning », in B.A. Lundvall, « National systems of innovation : towards a theory of innovation and interactive learning », Londres, pp. 23-44.

**Jussawalla, M. et Taylor R.D. (eds) (2003)**, « Information Technology Parks of the Asia Pacific: Lessons for the Regional Digital Divide », M.E. Sharpe, Armonk, NewYork.

**Justman, M. et Teubal, M. (1996)**, « Technological infrastructure policy: Creating capabilities and building markets », in *M. Teubal, D. Foray, M. Justman et E. Zuscovitch (eds)*, « Technological Infrastructure Policy: An International Perspective », Dordrecht: kluwer.

**Johnston, J. et Dinardo, J. (1997)**, *Econometric Methods*, Singapore: McGraw-Hill International Editions.

**Jones, C. I. et Williams, J. C. (2000)**, « Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D », *Journal of Economic Growth*, 5(1), pp. 65-85.

**Kao, C. (1997)**, « Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data: When the Cross-Section and Time-Series Dimensions are Comparable », *Econometrics* 9703002, EconWPA.

**Kao, C. (1999)**, « Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data », *Journal of Econometrics*, 65(1), pp. 9-15.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>164

**Kao, C. et Chiang, M. H. (1999)**, « On the estimation and inference of a cointegrated regression in panel data », *Working Paper*, Center for Policy Research, Syracuse University.

**Kao, C. et Chiang, M. H. (2000)**, « Dynamic OLS (DOLS) estimator for cointegrated panel data with homogeneous covariance structure was recently coded », in Stata by Diallo Ibrahima Amadou (CERDI) as xtdolshm

**Khan, M. R. et Al-Ansari, M. (2005)**, « Sustainable Innovation as a Corporate Strategy », disponible à l'adresse : <http://www.triz-journal.com/archives/2005/01/02.pdf>

**Kim, L. (1988)**, « Korea's acquisition of technological capability: Macro and micro Factors », Seoul:Korea University Business Management Research Centre, Mimeo.

**Kim, L. (1993)**, « National systems of industrial innovation: dynamics of capability building in Korea », in Nelson R. (Dir.), « National innovation systems », Oxford University Press, New York, pp.357-383.

**Kim, L. (1993)**, « imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning », Harvard Business School Press.

**Kim, L et Nelson, R. R. (2000)**, « National system of industrial innovation: Dynamics of capability building in Korea », Oxford: Oxford University Press, pp. 357–383.

**Kim, Y. et Lee, J. (2001)**, « On posterior consistency of survival models », *Ann. Statist.*, 29, pp. 666-686.

**Kline, S.J. et Rosenberg, N. (1986)**, « An overview of Innovation », in R. Landau et N. Rosenberg (eds), « The positive Sum Strategy », Washington DC: National Academy Press, pp. 275-305.

**Kneller, R. M., Bleaney, F. et Gemmell, N. (1993)**, « National systems of industrial innovation: dynamics of capability building in Korea », in Nelson R. (Dir.), *National innovation systems*, Oxford University Press, New York, p.357-383.

**Kneller, R. M., Bleaney, F. et Gemmell, N. (1998)**, « Growth, public policy and the government budget constraint: evidence from OECD countries », *Discussion Paper N° 98014*, School of Economics, University of Nottingham

**Kneller, R. M., Bleaney, F. et Gemmell, N. (1999)**, « Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries », *Journal of Public Economics*, 74, pp. 171–190.

**Kormendi, R. C. et Meguire, P. G. (1985)**, « Macroeconomic determinants of growth: Cross-country evidence », *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, 16 (2), pp. 141-163, September.

**Kuhn, T. S. (1996)**, « The structure of scientific revolutions », Chicago: University of Chicago.

**Kyriacou, G. A. (1991)**, « Level and Growth Effects of Human Capital: A Cross-Country Study of the Convergence Hypothesis », CV STARR Center for Applied Eco.

**Legendijk, A. et Charles, D. (1999)**, « Clustering as a new growth strategy for regional economies? A discussion of new forms of regional industrial policy in the United Kingdom », in *Boosting innovation. « The cluster approach. (Eds OECD) »*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 127-153.

**Landau, D. (1983)**, « Government expenditures and economic growth: A cross country study », *Southern Economic Journal*, 49, pp. 783-792.

**Latour, B. (1987)**, « Science in action: How to follow scientists and engineers through society », *Harvard University Press*, Cambridge Mass., USA traduction en Français (1989).

**Latour, B. et Woolgar, S. (1979)**, « Laboratory life: The social construction of scientific facts », Sage, Los Angeles, USA.

**Law, J. (1987)**, « The structure of sociotechnical engineering: a review of the new sociology of technology », *The Sociological Review*, 35 (2).



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>166

**Law, J. (1989)**, « Technology and heterogeneous engineering: the case of Portuguese expansion », *em Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes, e Trevor Pinch (orgs.)*, « *The social construction of technological systems* », Cambridge, MIT Press.

Le Japon dans son troisième « Science and Technology Basic Plan (2006-2010)

**Levin, R. C., Klevorick, A., Nelson R. R. et Winter, S.G. (1987)**, « Appropriating the Returns from Industrial Research and Development », *Brookings Papers on Economic Activity*, N° 3, Washington, D.C.

**Levin A. et Lin C. F. (1992)**, « Unit root tests in panel data: Asymptotic and Önite sample properties », *Discussion Paper 56*, Department of Economics, University of California at San Diego.

**Levin A. et Lin C. F. (1993)**, « Unit root tests in panel data: new results », *Discussion Paper 92-93*, Department of Economics, University of California at San Diego.

**Levin A., Lin C. F. et Chu J. (2002)**, « Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite sample properties », *Journal of Econometrics*, 108, pp. 1-24.

**Levine, R. et Renelt, D. (1992)**, « A Sensitivity analysis of cross-country growth regressions », *American Economic Review*, 82 (4), pp. 942-963.

**Leyden, D. P. et Link, A. N. (1992)**, « Government's role in innovation », livre, Publié le 01/08/1992, Editeur Kluwer Academic Publishers, ISBN 9780792392613.

**Leydesdorff, L. et Meyer, M. (2006)**, « Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems: Introduction to the special issue », *Research Policy*, Elsevier, vol. 35(10), pages 1441-1449, December.

**Liljemark, T. (2001)**, « Comparing innovation Systems: a framework and application to China Transitional context », *Research Policy*, 30, pp. 1091- 1114  
<http://www.msrt.ir/sites/noavari/lists/list5/attachments/12/comparing.pdf>.

**Liljemark, T. (2004)**, « Innovation policy in Canada: Strategy and Realities », Swedish Institute for growth policy studies.

**Lundvall, B. A. (1992)**, « National systems of innovation: Towards a theory of innovation and Interactive », Learning- Bengt-Ake (Eds).

**Lundvall, B. A. (2006)**, « One knowledge base or many knowledge pools? », *DRUID Working Papers 06-08*, Copenhagen business sSchool, Department of industrial economics and strategy/Aalborg University, Department of Business Studies.

**Lundvall, B. A. (2007)**, « National innovation systems, analytical concept and development tool », *Industry and innovation*, 14 (1), pp. 95-119.

**Lundvall, B. A. et Borrás, S. (1997)**, « The globalisation learning economy: implication for innovation policy », *TSER programme*, DG XII, Commission of the European Union.

**Lundvall, B. A. et Borrás, S. (2005)**, « Science, technology, and innovation policy », in *Fagerberg, J., Mowery, D. C. and Nelson, R. R. (eds), The Oxford handbook of innovation*, Oxford University Press: New York, 2005, pp 599–631.

**Lundvall, B. A., Joseph, K., Chaminade, C. and Vang, J. (2009)**, Handbook on innovation systems and developing countries, « *Building Domestic Capabilities in a Global Setting* », Edward Elgar.

**MacGregor S. P., Marquès, P., Simon, A., Bikfalvi, A. et Llach, J. (2010)**, « CLIQboost, baseline research for CLIQ Interreg IVC », *Documenta Universitaria*, July, ISBN: 978-84-92707-34-8.

**MacGregor, S.P., Marques-Gou, P. et Simon-Villar, A. (2010)**, « Gauging readiness for the Quadruple Helix: A study of 16 European Organizations », *Journal of the Knowledge Economy*, 1 (3), pp.173-190.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>168

**Maddala, G. S. et Wu, S. (1999)**, « A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test », *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 (Special Issue), pp. 631-652.

**Maddison, A. (1995)**, « Monitoring the world economy 1820-1992 », OECD, Paris.

**Maddison, A. (2001)**, « The world economy: A millennial perspective », OECD, Paris.

**Maddison, A. (2003)**, « The world economy: Historical statistics », OECD, Paris.

**Maddison, A. (2007)**, « Contours of the world economy », *1-2030 AD*, « Essays in macroeconomic history », Oxford: Oxford University Press.

**Mankiw, N. G., Romer, D. et Weil, D. (1980)**, « Basic research and productivity increase in manufacturing », *The American Economic Review*, 70 (5), pp. 863-873.

**Mankiw, N. G., Romer, D. et Weil, D. (1991)**, « Academic research and industrial innovation », *Research Policy*, 20 (1).

**Mankiw, N. G., Romer, D. et Weil, D. (1992)**, « A Contribution to the empirics of economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), pp. 407-437.

**Matsuyama, K. (1995)**, « Complementarities and Cumulative Processes in Models of Monopolistic Competition », *Journal of Economic Literature* XXXIII, pp. 701-729.

**McCoskey, S., et Kao, C. (1991)**, « Technology policy in an evolutionary world », *Discussion Paper*.

**McCoskey, S., et Kao, C. (1998)**, « A residual based test of the null of cointegration in panel data », *Econometric Reviews*, 17, pp. 57-84.

**Metcalf, S., Ramlogan, R. and Uyarra, E. (2003)**, « Competition, Innovation and Development: the Institutional Connection », *Institutions and Economic Development*.

**Mezouaghi, M. (2002)**, « Les enseignements des approches de système national d'innovation : les économies semi-industrialisées », *Revue Tiers-Monde*, n°169, janvier-mars, pp.189-212.

**Moon, H. R. et Phillips P. C. B. (1998)**, « A reinterpretation of the Feldstein-Horioka regressions from a nonstationary panel viewpoint », *Working Paper*, Yale University.

**Morgan, K. (1997)**, « The learning region: Institutions, innovation and regional renewal », *Regional Studies*, 31 (5), pp. 491-503.

**Mowery, D. C. et Sampat, B. N. (2005)**, « Universities in national innovation systems », in Fargerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. (Eds), *The Oxford Handbook of Innovation* Oxford University Press, pp. 209-239.

**Munnell, A. (2002)**, « Infrastructure investment and economic growth », *Journal of Economic Perspectives*.

**Murphy, K., Shleifer, A. et Vishny, R. (1991)**, « The allocation of talent: Implications for growth », *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), pp. 503-530.

**Musgrave, R. et Musgrave, P. (1989)**, « Public finance in theory and practice », McGraw-Hill, New York.

**Nelson, R et Winter, S. (1982)**, « An evolutionary theory of economic change », Cambridge: Belknap.

**Nelson R. et Romer, P. (1996)**, « Science, economic growth and public policy » in *B. Smith and Bartfield (eds), « Technology, R&D and the economy »*, Washington DC: Brookings Institution Press, pp. 49-74.

**Nelson, R.R. et Rosenberg, N. (1993)**, « Technical innovation and national systems » in *Nelson, R.R (eds), « National innovation Systems: a comparative study »*, Oxford University Press, New York.

**Neves, V. (2004)**, « Situational analysis beyond 'single-exit' modeling », *Cambridge Journal of Economics*, 28 (6), pp. 921-936.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>170

**North, D. C. (1971)**, « Institutional change and economic growth », *The Journal of Economic History*, Cambridge University Press, 31 (01), pp. 118-125, March.

**North, D. C. (1990)**, « Institutions, institutionnal change and economic performance », Cambridge University Press.

**North, D. C. (1991)**, « Institutions », *The Journal of Economic Perspectives*, 5 (issue 1), pp. 97-112.

**North, D. et Davis, L. (1970)**, « Institutional Change and American Economic Growth: A First Step Towards a Theory of Institutional Innovation », *The Journal of Economic History*, Cambridge University Press, 30 (01), pp. 131-149, March.

**OCDE**, « Science, Technology and R&D Statistics », disponible à l'adresse : [http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-science-technology-and-rd-statistics/main-science-and-technology-indicators\\_data-00182-en](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-science-technology-and-rd-statistics/main-science-and-technology-indicators_data-00182-en).

**OCDE (1992)**, « Technology and the economy: The key relationships », OECD, Paris.

**OCDE (1993)**, « Frascati manuel », OECD, Paris, disponible sur : <http://www.oecd.org>

**OCDE (1996)**, « The measurement of scientific and technological activities. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data », *Oslo Manual*, OECD, Paris.

**OCDE (1997)**, « Perspectives de l'emploi de l'OCDE 1997 », OECD, Paris, disponible sur : [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

**OCDE (1997)**, « Technology diffusion policies and programmes », OECD, Paris.

**OCDE (1998)**, « Human capital investment: An international comparison », OECD, Paris.

**OCDE, (1999)**, « The response of higher education institutions to regional needs », STI Review

**OCDE, (2001)**, « Innovative clusters –drivers of National Innovation Systems », OECD, Paris.

**OCDE (2002)**, « Benchmarking industry science relationships », OECD, Paris.

**OCDE (2003a)**, « ANBERD - R&D Expenditure », in *Industry (Isic Rev.3)*, OECD, Paris.

**OCDE (2003b)**, « Main science and technology Indicators », OECD, Paris.

**OCDE (2003c)**, *Oslo Manual*, OECD, Paris.

**OCDE (2005)**, « La mesure des activités scientifiques et technologique. Principes directeurs pour le recueil l'interprétation des données sur l'Innovation », *Manuel d'Oslo*, 3ème édition, OECD, Paris.

**OCDE (2005a)**, « Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data », *Joint Publication OECD and Eurostat, 3rd Edition, Oslo Manual (2005)*, disponible à l'adresse : [http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/OECD Oslo Manual 05\\_en.pdf](http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/OECD Oslo Manual 05_en.pdf).

**OCDE (2006)**, « A review of national cluster policies: Why are they popular, again? », OECD, Paris.

**OCDE (2009)**, « New nature of innovation », disponible à l'adresse : [http://www.newnatureofinnovation.org/full\\_report.pdf](http://www.newnatureofinnovation.org/full_report.pdf).

**OCDE (2010)**, *Ministerial report on the OECD innovation strategy*, May, disponible à l'adresse : [www.oecd.org/innovation/strategy](http://www.oecd.org/innovation/strategy).

**OCDE (2010a)**, « Europe 2020 strategy: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth», *Communication from the Commission Brussels, 3.3.2010 COM(2010) 2010 Final*. Disponible à l'adresse : [http://ec.europa.eu/economy\\_finance/structural\\_reforms/europe\\_2020/](http://ec.europa.eu/economy_finance/structural_reforms/europe_2020/)

**OCDE (2011)**, « Tackling current account imbalances: Is there a role for structural policies? », *Economic Policy Reforms 2011, « Going for Growth*», OECD Publishing

**OCDE (2012)**, « The changing geography of innovation and economic growth and the impact of the Crisis », OECD Conference Centre, Paris, France, January 19-20.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>172

**Pavitt, K. (1984)**, « Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory », *Science Policy Research*, University of Sussex, mimeo.

**Pedroni, P. (1995)**, « Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis », *Working Paper in Economics N° 95-013*, Indiana University.

**Pedroni, P. (1996)**, « Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels and the case of purchasing power parity », *Working Paper in Economics*, Indiana University.

**Pedroni, P. (1997)**, « Panel cointegration, asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis: new results », *Working Paper in Economics*, Indiana University.

**Perotti, R. (2007)**, « In Search of the transmission mechanism of fiscal policy », *NBER Working Papers 13143*, National Bureau of Economic Research, Inc.

**Pesaran, M. H. (2004)**, « General diagnostic tests for cross section dependence in panels », *IZA Discussion Paper N° 1240*.

**Pesaran, M. H. (2006)**, « Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure », *Econometrica*, 74 (4), pp. 967-1012.

**Pesaran, M. H. (2007)**, « A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence », *Journal of Applied Econometrics*, 22 (2), pp. 265-312.

**Pesaran, M. H., Shin, Y., et Smith, R. (1999)**, « Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels », *Journal of the American Statistical Association*, 94, pp. 289-326.

**Pesaran, M. H., et Smith, R. P. (1995)**, « Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels », *Journal of Econometrics*, 68 (1), pp. 79-113.

**Pesaran, M. H., Smith, et Yamagata, T. (2009)**, « Panel unit root tests in the presence of a multifactor error structure », *unpublished working paper*, Cambridge University, September

**Phelps, E. S. (2007)**, « Autobiography », *Nobel Prize in Economics documents 2006-3*, Nobel Prize Committee.

**Polt, W., Rammer, C., Gassler, H., Schibany, A., Schartinger, D. (2001)**, « Benchmarking industry-science relations – the role of framework conditions », *Research Project commissioned by the EU (DG Enterprise) and BMWA*, Vienna.

**Popper, K., Freed, J. et Freed, L. (1959)**, « The logic of scientific discovery », translated by K. Popper, J. Freed and L. Freed. London: Hutchinson.

**Porter, M. et Stern, S. (2002)**, « National innovative capacity », *The global competitiveness report 2001-2002*, New York: Oxford University Press.

**Powell, W. W. et Grodal, S. (2005)**, « Networks of Innovators », in *Fagerberg, J, Mowery, D. and Nelson, R. R. (Eds.), The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.

**Quah, D. (1994)**, « Exploiting Cross Section Variation for Unit Root Inference in Dynamic Data », *Economics Letters*, 44, pp. 9-19.

**Ramey V. A. (2011)**, « Identifying government spending shocks: it's all in the time », *The Quarterly Journal of Economics*, 126, pp. 1-50.

**Rivera-Batiz, L. et Romer, P. (1991)**, « Economic integration and endogenous growth », *The Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), pp. 531-555.

**Rodrik, D. (2003)**, « In search of prosperity: Analytic narratives on economic growth », Princeton: Princeton University Press.

**Rogers, M. (1986)**, « The role of the research university in the spin-off of high-technology companies », *Technovation*, 5 (2), pp. 169-181.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>174

**Romer, P. (1986)**, « Increasing returns and long-run growth », *Journal of Political Economy*, 94 (5), pp. 1002-1037.

**Romer, P. M. (1987)**, « Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization », *American Economic Review*, American Economic Association, 77 (2), pp. 56-62, May.

**Romer, P. M. (1990)**, « Gouvernement spending in a simple model of endogenous growth »,

**Romer, P. M. (1990a)**, « Endogenous technological change », *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. S71-S102.

**Romer, P. M. (1990b)**, « Human capital and growth: Theory and evidence », *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 32, pp. 251-286.

**Romer, P. M. (1994)**, « The origins of endogenous growth », *Journal of Economic Perspectives*, 8 (1), pp. 3-22.

**Romer, P. M. (1996)**, « Advanced macroeconomics », *Mc-Graw-Hill Companies*, Inc.

**Romer, P. M. (2000)**, « Should the Government Subsidize Supply or Demand in the Market for Scientists and Engineers? », NBER Chapters, in *Innovation Policy and the Economy*, 1, pp. 221-252, National Bureau of Economic Research, Inc.

**Romer, P. et Nelson R. R. (1996)**, « Science, economic growth, and public policy », in *Smith, B. L. R., Barfield, C. E., « Technology, R&D, and the Economy »*, Brookings, Washington, D.C.

**Romp, W. et Haan, J. (2007)**, « Public capital and economic growth: A critical survey », *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 8 (Special Issue), 6-52.

**Rotemberg J. et Woodford, M. (1993)**, « Dynamic General Equilibrium Models with Imperfectly Competitive Product Markets », *NBER Working Papers N° 4502*, National Bureau of Economic Research, Inc.

**Rubin, D. B. (1987)**, « Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys », J. Wiley & Sons, New York.

**Rubin, D. B. (1996)**, « Multiple imputation after 18+ years », *Journal of the American Statistical Association*, 91, pp. 473-489.

**Sala-i-Martin, X. (1997)**, « I just run two million regressions », *American Economic Review*, 87(2), pp. 178-183.

**Sala-i-Martin, X. (2008)**, « Spring course on growth, development and international aid », Univerity of Coimbra.

**Sala-i-Martin, X., Doppelhofer, G. et Miller R. (2004)**, « Determinants of long-term growth: A bayesian averaging of classical estimates (BACE) approach », *American Economic Review*, 94 (4), pp. 813-835.

**Salomon, J.J., Sagasti, F. et Sachs-Jeantet, C. (1994)**, « La quête incertaine : science, technologie et développement », *Economica*, Paris.

**Shariff, N. (2006)**, « Emergence and development of the national innovation systems concept », *Research policy*, 35, pp.745-766.

**Schafer, J. L. et Olsen, M. K. (1998)**, « Multiple imputation for multivariate missing-data problems: A data analyst's perspective », *Multivariate Behavioral Research*, 33 (4), pp. 545-571.

**Schumpeter, J. (1939)**, « Business cycles a theoretical historical and statistical analysis of capitalism process », New York Toronto London: McGraw-Hill Book Company.

**Scott, W. R. (2001)**, « Institutions and organizations », *Thousand OAKS*, CA: Sage Publications.

**Segerstrom, P. (2000)**, « The long-run growth effects of R&D subsidies », *Journal of Economic Growth*, 5 (3), pp. 277-305.



**Silverberg, G. et Soete, L. (eds) (1994)**, « The economics of growth and technical change », Technologies, Nations, Agents, Aldershot: Edward Elgar.

**Smith, K. (1997)**, « Comparing economic performance in the presence of diversity », *Science and Public Policy*, 28 (4), pp. 267-276.

**Smith, K. (1998)**, « Growth Theory and After », AER.

**Solow, R. (1998)**, « Histoire, institutions et production sur le longue Terme », *L'Année de la régulation*, 2, pp.197-221.

**Sornn-Friese, H. (2000)**, « Frontiers of research in industrial dynamics and national systems of innovation », *Industry and Innovation*, 7 (1), pp. 1-13.

**Stankiewicz, R. (1995)**, « The role of the science and technology infrastructure in the development and diffusion of industrial automation in Sweden », in *B. Carlsson (ed.)*, « Technological systems and economic performance. The Case of Factory Automation », Dordrecht: Kluwer.

**Steinmueller, W. E. (1996)**, « Technological infrastructure in information technology industries in *M. Teubal, D. Foray, M. Justman et E. Zuscovitch (eds)*, « Technological infrastructure policy. An international perspective », Dordrecht: Kluwer

**Stiglitz, J. (1991)**, « Government, financial markets, and economic development », *NBER Working Paper n° 3669*.

**Sturm, J., Kuper, G. et Haan, J. (1998)**, « Modelling government investment and economic growth on a macro level: A review », in *Brakman, S., Ees, H. and Kuipers, S. (Eds)*, « Market behaviour and macroeconomic modelling », Macmillan Press, London.

**Swan, T. (1956)**, « Economic growth and capital accumulation », *Economic Record*, 32, pp. 334-361.

**Summers, R. et Heston, A. (1984)**, « Improved international estimates of real product and its composition: 1950-1980 », *Review of Income and Wealth*, 30, pp. 207-262.

**Summers, R. et Heston, A. (1988)**, « A new set of international comparisons of real product and price levels estimates for 130 countries, 1950-1985 », *Review of Income and Wealth*, 34 (1), pp. 1-25, March.

**Summers, R. et Heston, A. (1991)**, « The penn world table (Mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950-1988 », *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), pp. 327-68, May.

**Tassey, G. (1991)**, « The functions of technology infrastructure in a competitive economy », *Research Policy*, 20 (4), pp. 345-361.

**Tassey, G. (1994)**, « Technological infrastructure and competitive position », Dordrecht: Kluwer.

**Tassey, G. (2001)**, « R&D policy models and data needs, 37-71 », in Maryann P. Feldman and Albert. N. Link (Eds), « Innovation policy in the knowledge based economy», Boston: Kluwer Academic Publishers.

**Tassey, G. (2013)**, « Evolution, roots and influence of the literature on national Systems of innovation: a bibliometric account », *Cambridge Journal of Economics*, 37 (4), July.

**Temple, J. (1999a)**, « The new growth evidence », *Journal of Economic Literature*, 37 (1), pp. 112-156.

**Teubal, M., Foray, D., Justman, M. et Zuscovitch, E. (eds) (1996)**, « Technological infrastructure policy: An international perspective », Dordrecht: Kluwer.

**Thompson, M. (2008)**, « Complementarities and costly investment in a growth model », *Journal of Economics*, 94 (3), pp. 231-240.

**Turnovsky, S. (2000)**, « Growth in an open economy: some recent developments », NBB Working Paper N° 5, National Bank of Belgium, Brussels, disponible à l'adresse : <http://www.nbb.be/doc/oc/repec/reswpp/WP05.pdf> .



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>178

**UNCTAD:**[http://unctadstat.unctad.org/ReportFolders/reportFolders.aspx?sRF\\_ActivePath=P,3&sRF\\_Expanded=P,3](http://unctadstat.unctad.org/ReportFolders/reportFolders.aspx?sRF_ActivePath=P,3&sRF_Expanded=P,3)

**UNESCO:**[http://stats.uis.unesco.org/unesco/TableViewer/document.aspx?ReportId=136&IF\\_Language=eng&BR\\_Topic=0](http://stats.uis.unesco.org/unesco/TableViewer/document.aspx?ReportId=136&IF_Language=eng&BR_Topic=0)

**USPTO :** [http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/h\\_at.htm#PartA1\\_1a](http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/h_at.htm#PartA1_1a)

**Van Der Ploeg, F. (1996)**, « Budgetary policies, foreign indebtedness, the stock market and economic growth », *Oxford Economic Papers* 48, pp. 382-396.

**Veblen, T. (1898)**, « Why is Economics Not an Evolutionary Science », *The Quarterly Journal of Economics*, 12.

**Verspagen, B. (1991)**, « A new empirical approach to catching up or falling behind », *Structural Change and Economic Dynamics*, 2 (2), pp. 488-509.

**Von Hippel, E. (1988)**, « The sources of Innovation », *Oxford University Press*, NY, USA.

**Von Hippel, E. (2005)**, « Democratizing innovation », *The MIT Press*, Cambridge, Massachusetts.

**Wallas, G. (1926)**, « The Art of Thought », Cape, London.

**Walras, L. (1877/1954)**, « Éléments D'économie politique pure ou théorie de la richesse sociale », 4th eds, George Allen and Unwin Ltd, London, translated by W. Jaffé.

**Wertheimer, M. (1945/1961)**, « Productive thinking », *enlarged edition, Tavistock Publications*, London.

**West, M. and Farr, J. (1989)**, « Innovation at work: psychological perspectives », *Social Behaviour*, 4, pp. 15-30.

**Whited, T.M. (1992)**, « Debt, Liquidity Constraints, and Corporate Investment: Evidence from Panel Data », *Journal of Finance*, 47 (4), pp.1425-1460.

**Wicksteed, S. Q. (1985)**, « The cambridge phenomenon: The growth of high technology industry in a university town », Cambridge: Segal Quince Wicsteed.

**World Bank Development Indicators:** <http://data.worldbank.org/indicator/>

**World Bank Doing Business Data:** <http://www.doingbusiness.org/data>

**World Economic Forum:** <http://www.weforum.org/>

**Yawson, R. M. (2009)**, « The Ecological System of Innovation: A New Architectural Framework for a Functional Evidence-Based Platform for Science and Innovation Policy », The future of innovation proceedings of the XXIV ISPIM 2009 Conference, Vienna, Austria, June.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 France.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr>180