

## THESIS / THÈSE

### MASTER EN SCIENCES ÉCONOMIQUES

Quel est l'impact du niveau de dépenses de Recherche & Développement (R&D) sur la croissance économique des pays membres de l'Union Européenne (UE) ?

Biron, Olivier

*Award date:*  
2019

*Awarding institution:*  
Universite de Namur

[Link to publication](#)

#### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Mémoire de fin d'études

Master en Sciences Économiques et de Gestion

Année Académique 2018-2019

**Quel est l'impact du niveau de dépenses de Recherche & Développement (R&D) sur la croissance économique des pays membres de l'Union Européenne (UE) ?**

Titulaire : Professeur Jean-Yves Gnabo

Assistants : Doux Baraka Kusinza, Auguste Debroise, François-Xavier Ledru

## **REMERCIEMENTS**

---

Je tiens à remercier le corps professoral de l'UNamur pour l'aide et les éclaircissements apportés lors de ce travail.

Tout particulièrement, je remercie le Professeur Gnabo, et Monsieur Ledru pour leur accompagnement et leurs conseils avisés.

# TABLE DES MATIÈRES

---

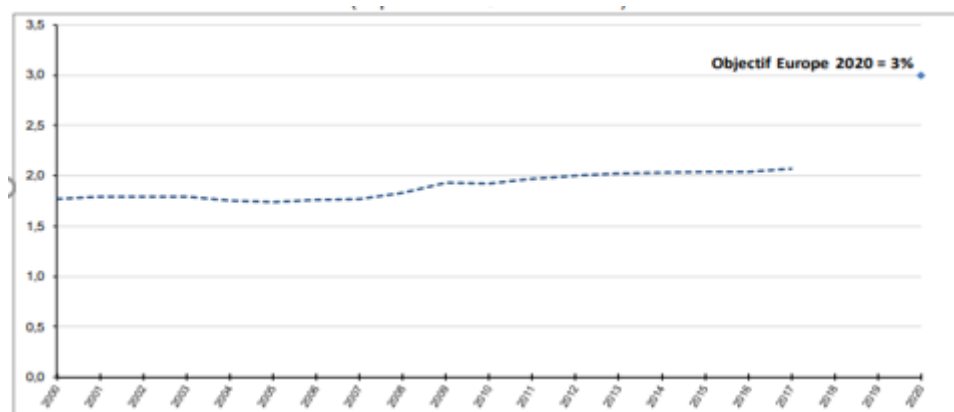
<i>Remerciements</i> .....	2
1 <i>Introduction</i> .....	4
2 <i>Revue de la littérature</i> .....	7
3 <i>Données</i> .....	9
4 <i>Méthodologie</i> .....	14
4.1 Définition du modèle de base .....	14
4.2 Mesure de la contiguïté .....	16
4.3 Mesure de la complémentarité.....	16
5 <i>Résultats</i> .....	17
5.1 Relation entre la variation des dépenses de la R&D et croissance économique.....	18
5.2 L'effet de contiguïté et l'effet de complémentarité .....	19
5.2.1 Effet de contiguïté .....	20
5.2.2 Effet de complémentarité .....	20
5.3 Impact des dépenses en R&D sur la croissance économique : modèle final.....	21
6 <i>Conclusion</i> .....	22
<i>Bibliographie</i> .....	24
<i>Annexes</i> .....	26
Annexe 1 : Premier étage de la variable instrumentale .....	26
Annexe 2 : Régression du modèle 1 : l'effet de la variation de la R&D sur la croissance économique ...	27
Annexe 3 : Régression du modèle 2 : l'effet de la variation de la R&D sur la croissance économique – Sensibilité de variables.....	28
Annexe 4 : Régression du Modèle 3 : l'effet de la variation de la R&D sur la croissance économique – introduction variable « Conti ».....	29
Annexe 5 : Régression du modèle 4 : l'effet de la variation de la R&D sur la croissance économique – introduction variable « Compl ».....	30
Annexe 6 : Régression du modèle 5 : l'effet de la variation de la R&D sur la croissance économique – Modèle final .....	31

# **1 INTRODUCTION**

Depuis de nombreuses années, les politiques économiques menées au sein de l'Union Européenne (EU) ont mis l'accent sur le développement de nouvelles technologies et sur l'innovation. A titre d'exemple, la Wallonie a implémenté lors des dernières législatures des politiques afin de dynamiser l'économie (Plan Marshall 4.0) et la France qui vient également de lancer le Grand Plan d'Investissements (GPI), lequel prévoit une enveloppe de 57 milliards d'euros pour promouvoir l'innovation technologique. Au travers de ces plans initiés dans les pays européens, l'innovation et les nouvelles technologies ont été référencées comme des vecteurs majeurs de soutien à la croissance économique. Cette dernière est constamment recherchée, année après année, par les gouvernements européens afin d'être en mesure de soutenir les politiques qu'ils développent. Les pays membres de l'UE ont dès lors cherché à accroître et à favoriser de manière intensive l'innovation au sein de leur économie domestique, avec comme postulat de maintenir à flot cette croissance économique.

Au niveau de l'Union Européenne, cette volonté politique s'est notamment traduite par l'entrée en vigueur du traité de Lisbonne en 2009, au travers duquel il a été décidé de renforcer l'action de l'UE dans le domaine de la recherche et du développement, bien consciente des retombées économiques potentielles que peut engendrer ce secteur. Ce traité a notamment débouché sur l'implémentation du plan « Horizon 2020 », qui a pour objet de consacrer une enveloppe de 80 milliards d'euros sur une période de 7 ans, de 2014 à 2020. (« Horizon 2020 en bref »<sup>1</sup>). Ce plan vise à accroître le pourcentage de dépenses en Recherche et Développement (R&D) en termes de Produit Intérieur Brute (PIB). La cible visée est d'atteindre 3% lors de l'année 2020, et donc de venir concurrencer les pays à la pointe actuellement dans ce domaine (chiffres de l'année 2015) ; Corée du Sud (4,23%), Japon (3,29%) et États-Unis (2,79%)<sup>2</sup>. Au travers du graphique 1, on peut identifier l'évolution des dépenses de R&D depuis le début des années 2000, et prendre conscience de l'écart entre le niveau attendu à la suite du plan, et le niveau actuel qui atteint un niveau de 2,07% à l'année 2017.

**Graphique 1 :** Intensité de recherche et développement dans les Etats membres de l'UE (Dépenses de R&D en % du PIB)



Source : Eurostat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Commission Européenne, le programme-cadre de l'UE pour la recherche et l'innovation, 2014, Direction générale de la recherche et de l'innovation.

<sup>2</sup> Communiqué de presse d'Eurostat 183/2017 (1er décembre 2017) - <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/8493780/9-01122017-AP-FR.pdf/252f805d-bb70-45f1-a78b-111fb3b9447d> (consulté le 03 mars 2019)

En parallèle de ce plan et de l'objectif annoncé, depuis ces dernières années l'Union Européenne est entrée dans une période de turbulences importantes, qui se caractérise par une crise identitaire principalement marquée par un repli nationaliste de certains pays (Hongrie, Royaume-Uni, ...). Initié lors de l'annonce de Theresa May le 29 mars 2017 du lancement de la procédure de retrait de l'UE, le « Brexit » est un exemple tout désigné de ce mouvement, et des difficultés que rencontrent les dirigeants européens à garder une union forte et solidaire entre les pays membres. Alors que chaque état membre a mis en œuvre des politiques propres via des outils fiscaux (par exemples : crédit d'impôts pour des dépenses en R&D, réduction de charges sociales pour des profils ayant une activité dans la R&D, ...) en vue de favoriser les dépenses en R&D, il est probable que les décisions prises par des pays voisins par rapport à un pays donné de l'UE aient des répercussions sur la croissance d'un pays donné en terme de complémentarité et /ou en terme de contiguïté. Au vu de cette situation, l'étude réalisée a pour vocation de déterminer s'il existe des synergies, et dans l'affirmative de mesurer les apports qui peuvent en découler.

Pour mettre en lumière l'hypothèse énoncée, ce travail pose la question de recherche de la manière suivante : « Quel est l'impact du niveau de dépenses de Recherche & Développement sur la croissance économique des pays membres de l'Union Européenne ? ». La contribution apportée par ce travail est d'isoler des effets spécifiques tels que les effets de complémentarité et de contiguïté.

Lors de la revue de la littérature existante, il est identifié que des déterminants de la croissance ont déjà été analysés au travers d'études. Les deux études menées par Pattillo et al. (2002 ; 2012) mettent en avant le niveau d'endettement comme un des déterminant de la croissance. Il existe également des contributions plus anciennes telles que l'analyse de Solow (1956) qui tend à démontrer qu'une relation est établie entre la croissance et des facteurs tels que le travail et le capital. Plus spécifiquement, dans le déterminant de la croissance qui nous occupe, à savoir les dépenses en R&D, Ulku (2004) met en lumière la relation entre le niveau de croissance d'un pays et son niveau de dépenses en R&D. Une contribution scientifique de Leyden et al. (1990) pointe les deux sources de dépenses en R&D, à savoir les dépenses publiques et les dépenses privées. La contribution recherchée au travers de ce travail est de mesurer les effets de contiguïté (a.) et de complémentarité (b.), en complément de l'analyse de l'impact des dépenses de R&D sur la croissance.

- a. La contiguïté : il est probable que les dépenses en R&D des pays limitrophes aient un impact sur la croissance économique d'un pays ciblé. Le modèle développé doit permettre d'analyser l'impact des dépenses en R&D des pays limitrophes d'un pays donné sur la croissance de ce pays.
- b. La complémentarité : le modèle permet également de mesurer et commenter les impacts de politiques fortes décidées par deux pays limitrophes et d'en dégager l'impact lié à la complémentarité des politiques menées sur la croissance d'un pays de référence. (ex : quels sont les impacts sur la croissance du PIB belge des politiques menées en France et en Belgique en vue de favoriser les dépenses réalisées dans le domaine de R&D ?)

L'étude empirique est basée sur une base de données relatives à 22 pays membres de l'Union Européenne, et ce pour une période de référence de 2005 à 2015. Le modèle en panel, avec application de la méthode des doubles moindres carrés afin de mesurer les différents impacts. L'étude porte sur la croissance économique, mesurée par la croissance du PIB, et sur les déterminants de cette croissance, en s'intéressant particulièrement à l'impact des dépenses en R&D.

Après cette introduction (section 1), le travail se structure avec une revue de la littérature existante (section 2), une description des données utilisées et de la méthodologie suivie (section 3), une explication du modèle utilisé (section 4), l'interprétation des résultats (section 5) et la conclusion (section 6).

## **2 REVUE DE LA LITTÉRATURE**

---

La revue de la littérature apporte des éclaircissements sur les modèles développés pour permettre la compréhension de la croissance économique et ses déterminants. Au fil des années, la théorie économique a cherché au travers de nombreuses études à allouer les déterminants de la croissance économique à différents facteurs. Cette vision contemporaine est abordée une première fois dans la publication de Solow (1956), qui a établi au milieu des années 50, un modèle qui tend à démontrer que la croissance est expliquée à hauteur de 50% par les facteurs « travail » et « capital », et que les 50 autres pour cent sont expliqués par un autre facteur, dit résiduel. L'analyse qui est faite, débouche sur le constat que ce troisième déterminant du modèle peut inclure des facteurs tels que le niveau de formation, la compétence des travailleurs (savoir-faire), mais également la recherche et le développement. Cette contribution scientifique démontre l'importance d'autres facteurs que les deux facteurs primaires identifiés, et suggère que d'autres éléments viennent impacter la croissance.

Sur le thème de la croissance, il est également à souligner les contributions successives de Pattillo et al. (2002 ; 2012) dans l'analyse des déterminants de cette croissance, et principalement de l'impact de la dette sur cette dernière. Au travers de ces deux études, les auteurs ont eu pour volonté de mettre en évidence le lien entre le taux d'endettement et la croissance économique, et plus particulièrement l'impact de la réduction de la dette sur la croissance. La première des deux études menée en 2002, identifie l'importance du levier « endettement », et notamment dans le cadre d'investissements réalisés par les états, qui vont devenir réalisables grâce à ce facteur « endettement ». Il apparaît que la part des investissements réalisés via un mécanisme d'endettement va avoir un impact sur la croissance, en corrélation évidente avec la qualité des investissements réalisés. Dans la seconde analyse proposée par les auteurs en 2012, il est établi que le constat d'une baisse du niveau d'endettement n'a pas seulement pour effet d'améliorer la « supportabilité » de l'endettement, mais que cela a un effet favorable sur la croissance et ce pour un niveau d'endettement déterminé.

D'un point de vue plus spécifique à la R&D, l'une des premières analyses sur le sujet développée par Romer (1986) permet de mettre en évidence les impacts des évolutions technologiques sur les modèles de croissance, mis au point pour expliquer la croissance des économies mondiales. A la suite de cette analyse, les études empiriques réalisées sur les modèles endogènes de la croissance économique ont cherché à inclure la dimension R&D dans leurs analyses. Dans la contribution de Leyden et al. (1990), deux types de dépenses en R&D sont mises en avant, et peuvent être dissociées pour expliquer l'impact de la R&D sur la croissance ; à savoir les dépenses résultant de l'organe public, et celles provenant du secteur privé. Dans l'étude, il n'est pas traité de ces deux aspects de manière séparée, mais ce facteur sera traité dans une seule variable, à savoir, les dépenses en R&D.

A noter la contribution de Jones (1995) qui a voulu au travers de son modèle inclure le nombre de scientifiques et ingénieurs par pays, comme étant le déterminant de la R&D, et donc comme une variable explicative de la croissance. Néanmoins, il n'a pu être démontré que ces deux éléments aient été corrélés. Aghion et Howitt (1998) vont fournir des explications aux résultats obtenus par Jones (1995). D'une part, il apparaît que la technologie est en permanente évolution, et se complexifie au fil du temps, cela a pour conséquence de rendre nécessaire l'amélioration de la R&D afin de garder un niveau d'innovation constant. Pour finir, ils soutiennent dans leur étude que la part du PIB dans les investissements en R&D est plus appropriée comme mesure du niveau

de R&D, pour être inclus dans un modèle expliquant la croissance, car avec cette méthode, la taille de l'économie est prise en considération. Frantzen (2002) publie également une étude qui confirme la corrélation positive entre les dépenses en R&D domestiques et la croissance économique d'un pays. Dans son étude, il utilise des données en panel regroupant plusieurs pays. L'importance de la relation entre la croissance et l'innovation est à nouveau mise en avant, mais également le fait qu'il existe une complémentarité entre des facteurs tels que les investissements en R&D et les investissements en capital humain (ex : la formation).

Ulku (2004) met en lumière les théories qui existent, et qui soutiennent la relation significative entre la croissance économique propre à un pays et le niveau de R&D. Cette publication, permet également d'identifier des limites à certaines variables utilisées tel que le nombre de brevets déposés au sein d'un pays. Comme discuté précédemment cet indicateur peut être considéré comme une mesure incomplète de la R&D, ne tenant pas compte de la taille de l'économie. Il est probable que les dépenses en R&D réalisées au sein d'un pays, ne vont pas nécessairement déboucher sur le dépôt de brevets. Certaines innovations, amélioration d'un produit ne vont pas systématiquement entraîner le dépôt d'un brevet, mais auront néanmoins engendré des dépenses en R&D et généré de la croissance économique. Dans la publication, l'analyse est basée sur une étude empirique, et traite de données établies sous forme d'un panel pour 20 pays membres de l'OCDE, et 10 autres pays non-membres de l'organisation sur une période de référence de 1981 à 1997. L'étude menée par Savvides et Zachariadis (2005) a pour objectif d'évaluer l'impact que peut avoir le transfert de connaissances d'une économie développée sur l'économie d'un pays en développement qui n'engage pas ou peu de dépenses en R&D. Le constat est établi que la R&D importée dans un tel pays a un impact positif sur la croissance de ce pays.

En ce qui concerne les impacts et retombées de dépenses de R&D dans d'autres pays, Coe et al. (1997) ont tenté de mesurer quels pouvaient être les impacts et les retombées de dépenses en R&D entre les économies du nord et du sud. Le modèle développé suggère qu'il existe une relation forte d'un point de vue des retombées économiques des dépenses en R&D entre les pays industrialisés et les pays en développement.

La méthode retenue pour ce travail se base sur un échantillon en panel, qui a fait l'objet de précédentes démonstrations dans la littérature. Islam (1995) préconise, au travers de son analyse, l'utilisation d'un modèle de panel pour étudier les différents déterminants de la croissance. Dans l'utilisation de ce type de données, le modèle de panel permet d'identifier les effets fixes, et de laisser apparaître dans l'analyse les effets propres à chaque pays étudié.

### 3 DONNÉES

Le modèle économétrique développé a pour objectif de déterminer l'impact des dépenses de R&D sur la croissance économique, et ce sur base d'un échantillon représentant le panel des pays membres de l'Union Européenne, à savoir 28 pays (Tableau 1). Au regard de la question de recherche et de la mise en contexte exposée lors de l'introduction, à savoir la mise en place du plan Horizon 2020 par l'Union Européenne découlant du traité de Lisbonne, il est pertinent de focaliser l'étude sur les pays membres l'UE. La période d'analyse sélectionnée s'étend de 2005 à 2015, soit une durée de 11 ans. La période choisie est pertinente pour analyser les effets du dit traité, étant donné que ce dernier a été signé en 2009. La période de référence va donc permettre de prendre en considération une période de 5 ans antérieure au traité, et par conséquent de déboucher sur une analyse cohérente des impacts découlant de cet accord.

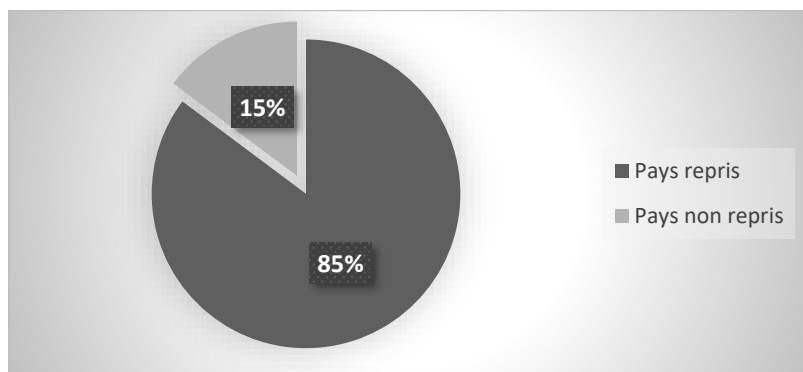
Lors de la constitution de la base de données, il est apparu que des données comparables n'étaient pas disponibles pour l'ensemble de la période d'analyse retenue, et plus particulièrement dans les années les plus récentes. Il a dès lors été décidé d'exclure 6 pays concernés (Tableau 1/B) vu ce manque de données. Cependant, l'exclusion de ces 6 pays ne doit pas impacter la robustesse de l'étude, n'étant pas des pays majeurs de l'UE. Sur base du graphique 2, les 6 pays non inclus dans l'étude représentent 15% du PIB cumulé des 28 pays membres de l'UE en 2015. L'exclusion de ces 6 pays ne pourrait dès lors pas influencer notablement les résultats issus du modèle développé. Cette rapide analyse a également été effectuée pour d'autres années de référence, et le pourcentage de contribution des pays non repris dans l'étude, n'a pas été supérieur au 15% présenté pour l'année 2015.

**Tableau 1 :** Synthèse des pays membres inclus ou non dans l'étude

<b><i>A. Liste des pays membres repris dans l'étude</i></b>				
- Allemagne	- Estonie	- Irlande	- Pologne	- Suède
- Autriche	- Finlande	- Italie	- Portugal	- Tchéquie
- Belgique	- France	- Lettonie	- Royaume-Uni	
- Danemark	- Grèce	- Luxembourg	- Slovaquie	
- Espagne	- Hongrie	- Pays-Bas	- Slovénie	
<b><i>B. Liste des pays membres exclus de l'étude</i></b>				
- Bulgarie	- Croatie	- Malte		
- Chypre	- Lituanie	- Roumanie		

Note : Ce tableau reprend l'ensemble des pays membres de l'Union Européenne et regroupe d'une part les pays qui ont été retenus pour l'étude, et d'autre part les pays qui ont été exclus de l'étude.

**Graphique 2 :** Couverture de l'étude en terme de pays



Note : Cette analyse graphique est réalisée sur base des données recueillies dans le cadre de l'étude pour l'année 2015.

A la suite de l'établissement de la base de données, cette étude s'appuie sur une population relativement importante de 22 pays pour une période de 2005 à 2015, soit onze années, ce qui porte à 242 le nombre d'observations sur lesquelles repose l'analyse. Ces données ont été récoltées via les bases de données de l'OCDE, disponibles sur le site internet de l'organisme.

Le modèle développé pour expliquer la croissance économique s'appuie sur différentes variables qui sont expliquées et justifiées ci-dessous. Ces variables choisies ont déjà été retenues dans le cadre d'études portant sur des sujets en lien avec celui développé dans ce travail. Outre la variable expliquée, et la variable d'intérêt premier, le modèle utilisé contient 7 variables de contrôles détaillées ci-après.

**a. Variable expliquée : la croissance économique**

Dans le but de mesurer la croissance économique il a été décidé d'utiliser la croissance du produit intérieur brut (PIB) réel de chaque pays membre de l'UE.

$$\text{Croissance du PIB d'une année } N = \frac{\text{PIB } N}{\text{PIB } N-1} * 100$$

Le PIB réel correspond au produit intérieur brut que l'on a purgé de l'inflation.

**b. Variables d'intérêt premier : croissance des dépenses en Recherche et Développement**

La variable d'intérêt premier, qui est la première des variables explicatives du modèle est la variation des dépenses en R&D par rapport à l'année N-1. Afin d'obtenir des données comparables entre les différents pays de l'échantillon, la variable R&D est exprimée comme le pourcentage de dépenses en R&D par rapport au PIB du pays, comme étant le déterminant des dépenses en R&D.

$$\text{R\&D} = \frac{\text{R\&D } N}{\text{PIB } N} * 100$$

La variable d'intérêt premier ne peut être considérée comme une variable exogène étant donné qu'elle est exprimée par rapport au PIB domestique. A contrario, il est également probable que le taux de dépenses en R&D soit lui aussi impacté par le taux de croissance économique. Cette relation croisée sera traitée dans la section 4.

### c. Variable de contrôles

#### ✓ **Formation du capital**

« La formation brute de capital fixe (FBCF) se définit comme l'acquisition d'actifs (neufs ou d'occasions) et la création d'actifs par les producteurs pour leur propre usage, minorés des cessions. Ces actifs sont des produits servant à produire d'autres biens et services et doivent être utilisables pendant plus d'un an. L'expression « actifs produits » signifie que seuls les actifs issus d'un processus de production reconnu en comptabilité nationale sont inclus. »<sup>3</sup>. Les données relatives à cette variable sont pertinentes au regard des précédents articles parus dans la littérature scientifique (Pattillo et al. 2002 ; 2012 ou encore Ulku (2004)). Comme préalablement défini pour la variable d'intérêt premier, il est décidé de présenter cette variable en pourcentage par rapport au PIB du pays.

#### ✓ **Niveau d'éducation**

« Cet indicateur porte sur le niveau de formation des adultes, lequel est défini comme le plus haut niveau d'instruction atteint par les 25-64 ans. Trois niveaux sont retenus : inférieur au deuxième cycle du secondaire, deuxième cycle du secondaire et enseignement supérieur. En général, le deuxième cycle du secondaire fait suite à la réussite du premier cycle du secondaire, lequel dispense un enseignement de base, généralement de façon plus thématique et avec des enseignants plus spécialisés. L'indicateur est exprimé en pourcentage de la population de la même tranche d'âge,... »<sup>4</sup>. Tel que Pattillo et al. (2002 ; 2012) et également Ulku (2004), le niveau d'éducation est inclus comme variable de contrôle.

#### ✓ **Recettes fiscales**

Les recettes fiscales représentent une variable significative dans les déterminants de la croissance économique, notamment utilisées par Pattillo et al. (2002 ; 2012), mais également Boldeanu et Constantinescu (2015). Les recettes fiscales sont issues de la base de données de l'OCDE, et sont exprimées en pourcentage du PIB.

#### ✓ **Taux de fécondité**

Il est également inclus dans le modèle un indicateur de croissance de la population, cela a été précédemment démontré qu'il s'agissait d'un déterminant de la croissance économique (Pattillo, et al. (2002 ; 2012)). Cette variable est exprimée en nombre d'enfants par femme pour le pays concerné.

#### ✓ **Croissance de la productivité**

La croissance de la productivité se mesure comme étant la croissance du PIB par heure travaillée. Cette variable est un indicateur qui permet de capturer la performance économique d'un pays et donc d'avoir un impact sur la croissance du PIB. Il est dès lors probable que cette mesure ait un impact sur la croissance économique, raison pour laquelle elle est incluse dans le modèle développé.

#### ✓ **Croissance de l'utilisation de la main d'œuvre**

Cette variable renvoie à la notion de nombre d'heures travaillées par personne, et est mesurée en pourcentage. Les données utilisées pour cet indicateur proviennent de la base de données de l'OCDE. Au regard de la littérature (Schultz (1961) et Becker (1964)), cette variable doit être considérée comme l'un des déterminants de la croissance.

---

<sup>3</sup> OCDE (2019), Investissement (FBCF) (indicateur). doi: 10.1787/014e5a22-fr (Consulté le 03 mars 2019)

<sup>4</sup> OCDE (2019), Niveau de formation des adultes (indicateur). doi: 10.1787/09ace7f0-fr (Consulté le 03 mars 2019)

## ✓ Inflation

L'inflation est un déterminant important de la croissance économique, et est fréquemment reprise dans les études et analyses économétriques (Sarel (1996)). A ce titre, la variable est incluse dans le modèle développé.

Une analyse des variables retenues pour le modèle, via la statistique descriptive et via la matrice de corrélation, peut être présentée comme suivant :

**Tableau 2** : Statistique Descriptive

	Nombre Obs	Moyenne	Écart Type	Min	Max
CroissancePIB	242	1,59%	4,03%	-14,72%	25,56%
VariationRD	242	0,03%	0,11%	-0,40%	0,72%
FormationCap	242	22,02%	4,10%	11,54%	36,74%
RecetteFisca	242	36,41%	5,50%	23,11%	48,53%
Inflation	242	2,10%	2,02%	-4,48%	15,40%
EducSup	242	28,07%	7,94%	12,22%	45,94%
TauxdeFecon	242	1,52	0,40	0,00	2,10
Produc	242	1,40%	2,86%	-8,75%	20,66%
MOD	242	-0,89%	11,98%	-16,25%	9,35%

La statistique descriptive des données est reprise dans le tableau 2, et montre que durant la période de l'étude (soit entre 2005 et 2015), la croissance moyenne du PIB réel au niveau des pays observés est d'environ 2% par an. Cependant, il faut également observer que le niveau de croissance du PIB est plutôt dispersé au regard de l'écart type qui est assez important (4%). Cette disparité des données peut être expliquée par le fait que les pays observés n'ont pas les mêmes situations économiques même si ces derniers se retrouvent dans un même espace économique. De plus, certains pays peuvent connaître une croissance négative du PIB durant la période de l'étude. Cette différence au niveau des données est également mise en évidence par le minimum et maximum de la croissance du PIB.

Concernant la variable de premier intérêt, le niveau de la R&D mesuré ici par la moyenne de la variation de la R&D est assez faible. Il est de 0,03% pour les données observées. Comme précédemment, cette moyenne indique le niveau de la variation des dépenses de la R&D au niveau des pays observés. A noter que le Min-Max indique le pourcentage de variation de la R&D, positif ou négatif, est relativement peu élevé.

La variable inflation peut traduire des situations économiques différentes dans les pays sélectionnés du panel, le Min-Max présentant des valeurs de -4,5% à 15,40% pour certains pays de référence et pour une année donnée. Cet indicateur peut traduire des situations économiques différentes d'un pays à un autre au sein du même panel. Des indicateurs tels que le niveau d'éducation, le taux de fécondité, le niveau de recettes fiscales traduisent également les situations variées des pays au sein du panel, mais également que la base, le terreau nécessaire à la R&D peut être bien différent. (ex : le niveau d'éducation : une population ayant un niveau d'éducation plus important devrait être plus sensible à l'importance de la R&D.)

**Tableau 3 :** Matrice de corrélation (1)

	CroissancePIB	VariationRD	FormationCap	RecetteFisca	Inflation	EducSup	TauxdeFecon	Produc	MainOE
CroissancePIB	1								
VariationRD	-0,17	1							
FormationCap	0,37	0,10	1						
RecetteFisca	-0,17	-0,03	-0,15	1					
Inflation	0,12	0,10	0,48	-0,18	1				
EducSup	-0,01	-0,20	-0,16	0,19	-0,21	1			
TauxdeFecon	-0,10	-0,09	-0,06	0,36	-0,08	0,60	1		
Produc	0,66	-0,19	0,22	-0,27	-0,04	-0,05	-0,11	1	
MOD	0,17	-0,06	0,10	0,04	0,01	0,02	0,01	-0,02	1

La matrice de corrélation (1) reprise au tableau 3 permet d'identifier que la variable de premier intérêt, la variation des dépenses en R&D, est faiblement corrélée à la croissance économique mesurée par le PIB, mais qu'elle est également corrélée négativement. Cette relation négative entre les deux variables pourrait s'expliquer par le fait que les dépenses consenties dans le domaine de la R&D n'ont pas un impact immédiat sur la croissance du PIB, et que le retour sur investissement en termes de croissance n'intervient que bien des années plus tard (ex : un processus de développement d'un médicament pendant lequel une durée de 10 ans peut s'écouler entre l'investissement en R&D et la commercialisation de la molécule). Cette corrélation négative pourrait découler de la perte d'opportunité en terme de croissance que représente les dépenses en R&D à l'instant T. Cependant, il est prématuré de vouloir affirmer qu'il existe un effet négatif des dépenses en R&D sur la croissance économique. Cette analyse sera commentée en section 5.

De façon générale, les variables de contrôle sont faiblement corrélées avec la variable expliquée. Parmi ces variables de contrôle, la croissance de la productivité et la formation du Capitale Fixe sont les plus corrélées à la croissance économique. De plus, près de la moitié des variables de contrôle sont corrélées négativement à la croissance économique. Il faut également noter que ces variables de contrôle sont de façon générale faiblement corrélées entre-elles. Cependant, il est observé, une forte corrélation entre le taux de fécondité et le niveau de l'éducation et, par conséquent, cette situation risque de créer des potentielles situations de multicollinéarité qui seront développées en section 4.

## **4 MÉTHODOLOGIE**

---

### **4.1 DÉFINITION DU MODÈLE DE BASE**

Le modèle développé dans cette étude économétrique se base sur un modèle en panel avec effet fixe. Ce modèle est utilisé de manière récurrente dans la littérature pour ce type d'analyse économétrique (Pattillo et al. (2012)). Il s'agit du modèle le plus approprié pour capturer les éléments provenant des deux dimensions soulevées dans cette étude (Islam (1995)). Le modèle utilisé repose donc sur deux dimensions ; la première dimension dite transversale qui regroupe différents pays (individus), et la seconde, une dimension temporelle, pour les données par année couvrant la période de 2005 à 2015. L'équation initiale [1] du modèle reprend l'ensemble des variables définies en section 3.

$$y = \alpha + \beta_1 \text{VariationRD} + \beta_2 \text{FormCap} + \beta_3 \text{Recettefisca} + \beta_4 \text{Inflation} + \beta_5 \text{EducSup} + \beta_6 \text{TauxdeFecon} + \beta_7 \text{Produc} + \beta_8 \text{MOD} + \mu \quad [1]$$

Dans le but d'éliminer les effets propres de chaque pays en terme d'impact sur les différentes variables explicatives du modèle (qui sont inclus dans les termes  $\beta$  de l'équation [2]), et de garder uniquement les effets communs du panel de 22 pays, une variable dichotomique est insérée au modèle pour N-1 pays. Dans le modèle développé, la Suède est le pays pour lequel une variable dichotomique n'est pas introduite. L'introduction de N-1 variables dichotomiques permet de résoudre un problème de colinéarité parfaite de la constante. Ces variables dichotomiques vont venir capturer les effets propres à chaque pays. Il reste donc dans les variables explicatives un «  $\beta$  » qui regroupe les effets communs à l'ensemble des pays pour chaque variable explicative de la croissance économique.

$$y = \alpha + \beta_1 \text{VariationRD} + \beta_2 \text{FormCap} + \beta_3 \text{Recettefisca} + \beta_4 \text{Inflation} + \beta_5 \text{EducSup} + \beta_6 \text{TauxdeFecon} + \beta_7 \text{Produc} + \beta_8 \text{MOD} + \delta_2 \delta d_2 + \delta_3 \delta d_3 + \dots + \delta_{22} \delta d_{22} + \mu \quad [2]$$

En complément de cette problématique des effets propres à chacun des pays, il y a également lieu de traiter l'effet d'endogénéité. Cet effet représente le biais de simultanéité, c'est-à-dire qu'il existe une circularité entre la variable dépendante et la variable indépendante. L'étude a pour volonté d'analyser l'impact des dépenses de la R&D sur le niveau de croissance économique, et ce via une variable explicative qui est la variation des dépenses en R&D. Cependant, il est fortement probable que le niveau de croissance d'un pays ait un impact sur niveau de R&D, ce qui risquerait d'entraîner une circularité dans le modèle et donc un biais dans les résultats. Afin de traiter ce problème d'endogénéité, une variable instrumentale doit être identifiée et être insérée dans le modèle de panel à effets fixes.

La variable instrumentale (Z) qui sera insérée dans le modèle, doit être corrélée à la variable exogène (c'est-à-dire, la variation des dépenses de la R&D), mais ne doit pas être corrélée à la variable dépendante du modèle. Pour trouver une telle variable, la revue de la littérature scientifique n'a pas permis d'identifier une telle variable. Dès lors, la variable instrumentale a été définie à partir de données recueillies dans le cadre de l'étude, et plus particulièrement comme la variation des dépenses de R&D pour l'année antérieure à l'année étudiée. Une seule année de retard est considérée pour définir la variable instrumentale étant donné que la nouvelle matrice de corrélation (tableau 4) démontre que l'instrument n'est pas corrélé à la variable dépendante.

**Tableau 4 :** Matrice de corrélation (2) – Variable instrumentale

	CroissancePIB	VariationRD	VarZ
CroissancePIB	1		
VariationRD	-0,17	1	
VarZ	-0,09	0,63	1

Note : Ce tableau reprend la matrice de corrélation de la variable instrumentale insérée au modèle.

Deux éléments confortent ce choix de cette variable instrumentale ; premièrement il existe un niveau significatif de corrélation entre la variable indépendante et l’instrument. Comme montré dans le tableau 4, l’instrument est bien corrélé avec la variable exogène. En second lieu, l’instrument en question est faiblement corrélé à la variable dépendante (croissance) ce qui est également un bon indicateur. En complément de ces éléments liés à la corrélation, la « F stat » permet également d’obtenir du confort quant à la pertinence du choix de la variable instrumentale. En appliquant les moindres carrés en deux étapes, la F stat de la première régression, qui teste l’hypothèse selon laquelle l’instrument n’entre pas dans la régression, prend une valeur légèrement supérieure à 10 (Staiger et Stock (1997)). Dans le cas du modèle, la F stat du premier étage est égale à 10,13 (Annexe 1), ce qui est acceptable au regard de la littérature et donc on peut considérer l’instrument Z comme fiable. L’équation de cette première régression est reprise dans l’équation [3].

$$y = \alpha + \beta_1 \text{VariationRD} + \beta_2 \text{FormCap} + \beta_3 \text{Recettefisca} + \beta_4 \text{Inflation} + \beta_5 \text{EducSup} + \beta_6 \text{TauxdeFecon} + \beta_7 \text{Produc} + \beta_8 \text{MOD} + \mathbf{VARZ} + \delta_2 \delta d_2 + \delta_3 \delta d_3 + \dots + \delta_{22} \delta d_{22} + \mu [3]$$

Après régression de l’équation obtenue en [3], il en découle une valeur prédite pour la variation des dépenses de R&D comme instrument, et le modèle peut être formulé selon l’équation [4].

$$y = \alpha + \mathbf{\beta_1 \text{ValeurPred}} + \beta_2 \text{FormCap} + \beta_3 \text{recettefisca} + \beta_4 \text{Inflation} + \beta_5 \text{EducSup} + \beta_6 \text{TauxdeFecon} + \beta_7 \text{Produc} + \beta_8 \text{MOD} + \delta_2 \delta d_2 + \delta_3 \delta d_3 + \dots + \delta_{22} \delta d_{22} + \mu [4]$$

## **4.2 MESURE DE LA CONTIGUÏTÉ**

En complément de l'analyse du lien entre les dépenses de R&D et de la croissance économique, un des objectifs poursuivis est de mesurer et d'analyser l'existence d'un impact des politiques menées par les pays membres de l'UE sur un pays donné. (Ex : quels sont les impacts des politiques menées par la France et l'Espagne en terme de dépenses en R&D sur la croissance économique de la Belgique, elle-même mesurée par la croissance du PIB ?). Cet effet est défini comme l'effet de la contiguïté.

Une nouvelle variable appelée « Conti » est construite afin d'être introduite dans le modèle. Cette variable est calculée, pour chaque année de référence et ce par pays du panel comme étant la moyenne des dépenses en R&D exprimée en % du PIB de son pays et ce pour l'ensemble des pays du panel, à l'exception du pays ciblé. Techniquement, pour l'année 2005 d'un pays donné, il s'agit de la moyenne des dépenses en R&D en 2005 des autres pays (les 21 pays restants).

$$y = \alpha + \beta_1 \text{ValeurPred} + \beta_2 \text{FormCap} + \beta_3 \text{recettefisca} + \beta_4 \text{Inflation} + \beta_5 \text{EducSup} + \beta_6 \text{Produc} + \beta_7 \text{MOD} + \beta_8 \text{Conti} + \mu [5]$$

Avec cette nouvelle variable, le modèle permet dès lors d'exprimer l'effet de contiguïté au travers de l'équation [5], ce qui va permettre d'identifier pour un pays donné quel va être l'impact des dépenses moyennes des autres pays.

## **4.3 MESURE DE LA COMPLÉMENTARITÉ**

Ce travail a également pour objectif de mesurer l'effet de complémentarité, pour ce faire une nouvelle variable d'interaction est créée afin d'être insérée au modèle [6]. Le but poursuivi avec cette mesure est de capturer la synergie entre les politiques en terme de R&D entre les différents pays, c'est-à-dire de mesurer l'impact commun des politiques menées en terme de R&D d'un pays ciblé et des pays de la même organisation, à savoir l'UE, sur le taux de croissance du pays ciblé.

Pour ce faire, la variable d'interaction est définie comme suit : la moyenne des dépenses des autres pays du panel à l'exception du pays ciblé multiplié par le taux de dépenses en R&D du pays ciblé. Cette variable sera nommée « Compl » dans notre modèle, qui peut s'écrire de la façon suivante :

$$y = \alpha + \beta_1 \text{ValeurPred} + \beta_2 \text{FormCap} + \beta_3 \text{recettefisca} + \beta_4 \text{Inflation} + \beta_5 \text{EducSup} + \beta_6 \text{Produc} + \beta_7 \text{MOD} + \beta_8 \text{Conti} + \beta_9 \text{Compl} + \mu [6]$$

## 5 RÉSULTATS

**Tableau 5 :** synthèse des résultats obtenus lors des différentes régressions

<b>Variables</b>	<b>Modèle 1</b>	<b>Modèle 2</b>	<b>Modèle 3</b>	<b>Modèle 4</b>	<b>Modèle 5</b>
<i>Constante</i>	-0,008 <i>0,089</i>	-0,171*** <i>0,035</i>	-0,130* <i>0,075</i>	-0,213*** <i>0,072</i>	-0,127* <i>0,074</i>
<i>FormationCap</i>	0,506*** <i>0,075</i>	0,524*** <i>0,067</i>	0,401*** <i>0,083</i>	0,495*** <i>0,080</i>	0,396*** <i>0,083</i>
<i>RecetteFisca</i>	0,001 <i>0,140</i>		0,065 <i>0,014</i>	0,103 <i>0,141</i>	0,053 <i>0,138</i>
<i>Inflation</i>	0,126 <i>0,114</i>		0,169 <i>0,117</i>	0,106 <i>0,117</i>	0,191 <i>0,117</i>
<i>EducSup</i>	0,215*** <i>0,067</i>	0,179*** <i>0,066</i>	0,427*** <i>0,109</i>	0,192** <i>0,077</i>	0,480*** <i>0,111</i>
<i>TauxdeFecon</i>	-0,091*** <i>0,026</i>				
<i>Productivité</i>	0,891*** <i>0,072</i>	0,875*** <i>0,068</i>	0,877*** <i>0,074</i>	0,920*** <i>0,074</i>	0,884*** <i>0,073</i>
<i>MOD</i>	0,060*** <i>0,015</i>	0,059*** <i>0,015</i>	0,056*** <i>0,015</i>	0,060*** <i>0,015</i>	0,055*** <i>0,015</i>
<i>Variation RD</i>	3,643 <i>2,448</i>	1,870 <i>2,460</i>	1,508 <i>2,441</i>	2,042 <i>2,478</i>	1,452 <i>2,421</i>
<i>Contiguïté</i>			-7,651*** <i>2,771</i>		-12,361*** <i>3,527</i>
<i>Compl</i>				-3,530 <i>42,625</i>	113,559** <i>53,306</i>
<b>Model Statistic</b>					
<i>Observations</i>	242	242	242	242	242
<i>R<sup>2</sup> ajusté</i>	0,594	0,574	0,585	0,570	0,592

Note : Ce tableau reprend les résultats des différentes régressions réalisées (modèle 1 à 6), les coefficients sont repris en regard des variables, les erreurs standard sont reprises en italique sous le coefficient, et les \*, \*\*, \*\*\*, indiquent la significativité de la variable.

## **5.1 RELATION ENTRE LA VARIATION DES DÉPENSES DE LA R&D ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE**

La première lecture des résultats est à réaliser sans tenir compte des mesures relatives aux effets de contiguïté et de complémentarité pour lequel le modèle 1 donne les résultats repris dans le tableau 5 (résultats complets sous Gretl repris en annexe). La régression effectuée indique un coefficient positif de la variation des dépenses de R&D sur le PIB réel d'un pays avec une F-stat de 13,17 et un R<sup>2</sup> ajusté de 0,594. La F-stat est en légère augmentation par rapport à la régression réalisée lors de l'introduction de la variable instrumentale dans le modèle (point 4.1), ce qui n'implique pas de modifier la conclusion sur la F-stat préalablement établie. Le R<sup>2</sup> présente une valeur de 0,594, ce qui traduit un pouvoir explicatif du modèle proche des 60%. Cette première régression permet d'identifier plusieurs éléments ;

- (1) Le coefficient attribué à la variation des dépenses de R&D est de 3,643, ce qui induit que lorsque les dépenses en R&D augmentent d'un point de base, la croissance du PIB réel d'un pays est de 3,643 points de pourcentage. La marge d'erreur s'élève à 2,448, ce qui est relativement important, étant donné que l'impact d'une augmentation de 1% des dépenses de R&D pourrait faire varier le PIB dans la fourchette 1,195 à 6,091 de points de pourcentage.
- (2) A l'exception de la variable taux de fécondité, les variables de contrôle du modèle ont un effet positif sur la croissance économique.
- (3) Certaines variables ont peu de significativité dans le modèle au regard de l'analyse du rapport de régression fourni par Gretl, celles-ci n'étant pas notifiées d'une ou plusieurs étoiles (\*). A l'exception de la variable relative aux dépenses en R&D, ces variables seront exclues du modèle suivant (modèle 2), à savoir les variables ; recettes fiscales et inflation. Et ce afin de mesurer la sensibilité du modèle final à celles-ci.
- (4) Pour la variable taux de fécondité, il est identifié que des données sont manquantes pour un pays du panel, à savoir la Slovaquie. Pour cette raison, la variable taux de fécondité sera exclue des prochains modèles.

Il est également possible que le modèle présente de l'autocorrélation avec le résidu ce qui violerait l'hypothèse 5 d'homoscédasticité. Cette analyse nécessite des développements complémentaires (ex : test de Durbin-Watson) qui ne sont pas effectués dans ce travail. L'analyse de l'autocorrélation est donc une limitation de ce travail et il est considéré que cette hypothèse 5 n'est pas violée. De l'analyse des T de Student individuelles pour les différentes variables de contrôle, il résulte que celles-ci sont individuellement significatives avec un intervalle de confiance de 99%, à l'exception des variables relatives aux recettes fiscales, à l'inflation et aux dépenses en R&D, qui ne sont pas individuellement significatives ni pour un intervalle de confiance à 99%, 95% ou 90%.

Le modèle 2 présente donc une régression similaire à celle présentée dans le modèle 1, à l'exception du fait que les variables recettes fiscales, inflations, et taux de fécondité, ont été retirées de cette régression. Ce second modèle présente une F-stat de 13,48 et un R<sup>2</sup> ajusté de 0,574. Ces deux indicateurs restent similaires à ceux obtenus lors de la première régression (modèle), et traduisent que le modèle garde un pouvoir explicatif intéressant. Pour la variable d'intérêt, une sensibilité est constatée, le coefficient alloué à la variable passant de 3,643 (modèle 1) à 1,870 (modèle 2). Cette variation traduit une sensibilité du modèle aux trois variables soustraites. Sur base de cette analyse, il est décidé de conserver les variables relatives aux recettes fiscales et à l'inflation de par leurs pertinences démontrées lors de la revue de la littérature. La variable relative au taux de fécondité est définitivement retirée du modèle pour raison de données manquantes.

## 5.2 L'EFFET DE CONTIGUÏTÉ ET L'EFFET DE COMPLÉMENTARITÉ

Ce travail a pour objectif de s'intéresser aux effets de contiguïté et de complémentarité des dépenses en R&D. Avec l'introduction de deux nouvelles variables (« Conti » et « Compl »), l'objectif est de construire un modèle final (modèle 5) reprenant l'ensemble des effets des dépenses de R&D sur la croissance économique. Comme décrit dans la partie 4 de ce travail, l'effet de contiguïté doit capturer les effets des politiques menées en terme de R&D par des pays membres de l'UE sur la croissance économique d'un pays membre identifié, et l'effet de complémentarité doit quant à lui capturer les effets communs des politiques menées en terme de R&D par les pays membres d'une organisation, à savoir l'Union Européenne.

A la suite de l'introduction de ces deux nouvelles variables (« Conti » et « Compl »), et du retrait de la variable inflation pour cause de variables omises, la matrice de corrélation (3) est établie (tableau 6). Cette nouvelle matrice de corrélation permet d'analyser les différentes variables du modèle après les adaptations effectuées. Il apparaît que les variables de contrôle « Productivité » et « Formation du capital » restent les variables ayant le niveau de corrélation le plus élevé avec la croissance économique. La matrice de corrélation permet également d'identifier qu'il existe une corrélation supérieure à 0,5 entre les variables « RecetteFisca », et « EducSup ». Cela peut traduire qu'il existe un risque de multicollinéarité pour le modèle. Cet aspect ne sera pas traité dans ce travail, et est donc reporté comme une limitation de l'analyse.

**Tableau 6 :** Matrice de corrélation (3) – variables du modèle final

	CroissancePIB	VariationRD	FormationCap	RecetteFisca	Inflation	EducSup	Produc	MainOE	Conti	Compl
CroissancePIB	1									
VariationRD	-0,17	1								
FormationCap	0,37	0,14	1							
RecetteFisca	-0,17	-0,04	-0,15	1						
Inflation	0,12	0,14	0,48	-0,18	1					
EducSup	-0,01	-0,27	-0,16	0,19	-0,21	1				
Produc	0,66	-0,27	0,22	-0,27	-0,04	-0,05	1			
MOD	0,17	-0,09	0,10	0,04	0,01	0,02	-0,02	1		
Conti	-0,26	-0,15	-0,41	-0,18	-0,25	0,18	-0,10	-0,13	1	
Compl	-0,14	-0,11	-0,15	0,67	-0,28	0,52	-0,19	0,04	0,01	1

Note : La matrice de corrélation 3 reprise ci-dessus, intègre les nouvelles variables de contrôle.

Afin d'analyser ces deux effets séparément, les développements suivants s'articulent en deux temps, avec dans un premier temps l'analyse de la contiguïté dans un modèle qui isole la nouvelle variable « Conti » et les autres variables de contrôles, et en second lieu l'analyse de la complémentarité dans un autre modèle qui va isoler la nouvelle variable « Compl » et les autres variables de contrôles. Cette introduction en deux étapes va permettre de dissocier les effets de l'introduction de ces deux nouvelles variables, et de pouvoir les analyser.

### 5.2.1 Effet de contiguïté

L'effet de contiguïté mesure donc l'impact des dépenses en R&D des pays appartenant à l'UE (à l'exception du pays ciblé) sur la croissance économique dudit pays ciblé. Le modèle 3 développé reprend la régression de l'ensemble des variables précédemment analysées et y inclus la variable « Conti » précédemment définie au point 4.2. La régression indique un coefficient négatif pour l'effet de contiguïté sur la croissance économique, à savoir lorsque l'effet de contiguïté des dépenses en R&D augmente de 1%, l'impact sur la croissance économique est de -7,651 points de base, avec une F-stat qui reste similaire à la F-stat précédemment analysée, 12,73 et un R<sup>2</sup> ajusté de 0,585, ce qui traduit que le modèle garde un pouvoir explicatif intéressant. La T de Student de la variable « Conti » s'élève à -2,761, ce qui traduit que cette dernière est individuellement significative avec un intervalle de confiance à 99%.

D'un point de vue économique, l'impact négatif de l'effet de la contiguïté sur le niveau de la croissance d'un pays revient à dire que le pays membre de l'organisation qui n'effectue pas de dépenses en R&D va subir un impact défavorable sur sa croissance économique propre.

### 5.2.2 Effet de complémentarité

L'effet de complémentarité mesure quant à lui la synergie, et donc les effets communs qui existent entre les politiques menées dans le domaine de la R&D au sein des pays membres de l'UE. Pour ce faire, une nouvelle variable (décrite au point 4.3) est introduite dans l'analyse. Comme réalisé au point précédent, le modèle 4 développé reprend la régression de l'ensemble des variables reprises au point 5.1 et y inclus la variable « Compl ». La régression indique un coefficient négatif pour l'effet de complémentarité sur la croissance économique, à savoir que lorsque l'effet de complémentarité des dépenses en R&D augmente de 1%, le PIB diminue de 3,53 points de base, avec une marge d'erreur s'élevant à 42,625. Cette marge d'erreur ne permet donc pas de tirer de conclusion sur le sens l'impact (positif ou négatif) sur la croissance. Les valeurs s'élèvent à 12,03 pour la F-stat et à 0,570 pour le R<sup>2</sup> ajusté. La T de Student pour la variable « Compl » s'élève à -0,083, ce qui traduit que cette dernière n'est pas individuellement significative pour un intervalle de confiance de 99%, 95% ou 90%.

D'un point de vue économique, cela signifie que l'augmentation des dépenses en R&D de 1% des pays membres de l'UE aurait un impact négatif sur le niveau de croissance d'un pays donné. Néanmoins, cette analyse doit être prise avec précaution au vue de l'importance de la marge d'erreur.

### **5.3 IMPACT DES DÉPENSES EN R&D SUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE : MODÈLE FINAL**

Le modèle 5 présente la régression finale avec l'ensemble des variables choisies, y compris les variables mesurant les effets de contiguïté, et de complémentarité. La F-stat est de 12,66 et le R<sup>2</sup> ajusté de 0,62. Ces deux paramètres sont donc stationnaires par rapport à ceux commentés lors de l'analyse faite au point 5.1. De par le R<sup>2</sup> ajusté, le modèle final développé a un pouvoir explicatif intéressant. Les valeurs individuelles confirment ce qui a préalablement été établi, notamment pour la variable R&D qui présente un coefficient final de 2,042 (avec une erreur standard de 2,478) avec une T de Student de 0,560, ce qui traduit qu'il n'est pas possible de conclure que l'augmentation d'un 1% des dépenses de R&D a un impact de 2,04 points de base sur la croissance avec un intervalle de confiance de 99%, 95% ou 90%. La constante du modèle final s'élève à -0,13 et traduit que la croissance économique, tel que prédit par le modèle, va diminuer de 0,13 points de base pour une année sans impact d'autres facteurs. La T de Student est de -1,706 ce qui induit que la constante est significative individuellement pour un intervalle de confiance de 90%.

Dans ce modèle final, l'effet de contiguïté conserve des résultats dans la même tendance que ceux préalablement commentés. Le coefficient final est de -12,36 (avec une erreur standard de 3,52), et une T de Student de -3,50, et donc ce coefficient est significatif individuellement avec un intervalle de confiance de 99%. Dans ce modèle final, l'impact sur un pays donné de l'UE des dépenses en R&D des autres pays de l'UE est de -12,36 points de base sous l'hypothèse que le pays ciblé n'effectue pas de dépenses en R&D.

Les résultats attribués à l'effet de complémentarité ont quant à eux évolués. Dans ce modèle final, le coefficient attribué à l'effet de complémentarité est devenu positif et atteint une valeur de 113,56 (avec une erreur standard de 53,31) et une T de Student de 2,13 ce qui traduit donc que le coefficient obtenu a une significativité individuelle avec un intervalle de confiance de 95%. Un premier constat est que le coefficient attribué à l'effet de complémentarité est devenu positif, et même si la marge d'erreur reste importante, ce coefficient garderait une connotation positive sur la croissance économique. Ce coefficient peut donc être interprété comme l'effet commun de l'augmentation des dépenses en R&D de 1% pour les pays membres de l'EU sur la croissance économique d'un pays, qui est de 113,56 points de base.

## **6 CONCLUSION**

---

La littérature scientifique apporte des éclaircissements sur l'importance de la recherche et du développement dans la croissance économique d'un pays donné. À partir de cette littérature, il a été possible d'identifier un lien entre l'innovation et les dépenses en R&D, et par la même occasion un lien indirect sur le niveau de la croissance économique. De cette manière, les dépenses en R&D apportent de façon indirecte un effet positif à la croissance du PIB. Ce lien indirect transparait au travers de l'innovation qui trouve en partie ses sources dans les dépenses engagées pour la R&D. Suite à ce constat, l'Union Européenne a la volonté d'augmenter rapidement son niveau de dépenses de la R&D, et également de combler son retard par rapport aux autres puissances économiques mondiales. L'UE ayant un champ d'action global, ce travail a apporté des éléments de réponses sur les impacts globaux qui découlent de cette volonté, à savoir l'effet de contiguïté et de complémentarité.

Au travers du modèle développé, il apparait que les dépenses en R&D d'un pays donné ont un impact positif sur la croissance de ce pays, soit une augmentation de 1,45 points de base pour une augmentation de 1% des dépenses en R&D. L'impact positif se justifie au travers de la connaissance économique, néanmoins la grandeur de l'impact sur la croissance économique peut apparaître comme disproportionnée. Il est à rappeler qu'au regard de la régression réalisée, ce résultat n'est pas significatif individuellement. Concernant les effets de contiguïté et de complémentarité, le sens des impacts apparait comme étant en phase avec la connaissance économique, à savoir un impact négatif sur la croissance économique pour l'effet de contiguïté, et un impact positif pour la complémentarité. Bien que les coefficients obtenus pour ces deux variables soient acceptables avec un intervalle de confiance de 99% pour chacune, l'importance des effets sur la croissance économique pose question, et représente une limitation de ce travail. De fait, une analyse approfondie pourrait être réalisée sur les effets de contiguïté et de complémentarité, ceux-ci pouvant présenter des impacts croisés qui ne sont pas développés lors de ce travail.

Au fil de ce travail, certaines limitations sont apparues comme pouvant entraîner un risque de biais dans le modèle. En premier lieu, lors des développements effectués sur le modèle 1 et 2, il est apparu que le modèle présentait une certaine sensibilité aux changements de variables, ce qui a eu pour impact de faire varier le coefficient attribué à la variable des dépenses en R&D. Au regard de la littérature, il a été décidé de garder les variables dans le modèle, même si à la lecture des résultats, elles pouvaient présenter peu de significativité pour le modèle développé. Une seconde limitation à mentionner, est le retrait de la variable capturant le taux de fécondité pour cause de données manquantes. Une troisième limitation est le risque de multicollinéarité qui est soulevé au point 5.2 pour lequel une analyse approfondie devrait être réalisée.

En complément de ces limitations, notre modèle attribue des coefficients assez considérables en ce qui concerne l'effet de la contiguïté et l'effet de la complémentarité. Dès lors, il est important de prendre en compte l'existence de ces limitations qui risqueraient d'atténuer la portée des résultats du modèle développé.

Ce travail a permis de mettre en lumière la relation qui existe entre les dépenses en R&D et la croissance économique, et ce aussi bien en lien direct (dépenses en R&D et croissance d'un pays donné), mais aussi d'approcher des effets indirects tels que la contiguïté et la complémentarité quand un pays ciblé fait partie d'une organisation telle que l'Union Européenne. Bien que le sujet doive faire l'objet de développement complémentaire, ce travail a permis d'émettre une ébauche quant à l'impact des effets de contiguïté et de complémentarité sur la croissance économique.

## **BIBLIOGRAPHIE**

---

Aghion, Philippe; Peter Howitt, 1998, “Endogenous Growth Theory”, (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press).

Becker, Gary S., 1975, “Human capital”, Chicago, IL: University of Chicago Press.

Boldeanu, Florin T.; Constantinescu Liliana, 2015, “The main determinants affecting economic growth”, Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series V: Economic Sciences, 8 (57), pp. 329-338

Coe, David T.; Helpman Elhanan, Hoffmaister Alexander W., 1997, “North-South R&D Spillovers”, The Economic Journal, Vol 107, No440, pp 134-149.

Frantzen, Dirk, 2002, “R&D, Humain Capital and International Technology Spillovers: A Cross-country Analysis”, The Scandinavian Journal of Economics, Vol 102, No.1

Islam, Nazrul, 1995, “Growth Empirics: A Panel Data Approach”, The Quarterly Journal of Economics, Vol 110, No.4, pp 1127-1170.

Jones, Charles I., 1995, “Time Series Test of Endogenous Growth Models”, Quarterly Journal of Economics, pp. 495–525.

Leyden, Dennis P.; Link, Albert N.; and Bozeman, Barry, 1990, “The Effects of Governmental Financing on Firms' R&D Activities: A Theoretical and Empirical Investigation”, Technovation, pp. 561-575.

Romer, Paul M., 1986, “Increasing Returns and Long Run Growth”, Journal of Political Economy, Vol. 94, pp.1002–37.

Romer, Paul M., 1994, “The Origins of Endogenous Growth”, Journal of Economic Perspectives, Vol 8, pp.2-22.

Sarel, Michael, 1996, “Nonlinear Effects of Inflation on Economic Growth,” IMF Staff Pap., 43, pp 199-215.

Savvides, Andreas; Zachariadis, Mario, 2003, “International Technology Diffusion and the Growth of TFP in the Manufacturing Sector of Developing Economies”, Oklahoma: Oklahoma State University, Department of Economics.

Schultz, Theodore W., 1961, “Investment in human capital”, American Economic Review, Vol 51, No.1, March, pp 1-17.

Solow, Robert M., 1956, "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*: The MIT Press, pp. 65-94.

Staiger, Douglas; Stock, James H., 1997, "Instrumental variables regression with weak instruments", *Econometrica* 65, pp 557-586.

Ulku, Hulya, 2004, "R&D, innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis", International Monetary Fund (IMF) working paper, Research Department.

## ANNEXES

### ANNEXE 1 : PREMIER ÉTAGE DE LA VARIABLE INSTRUMENTALE

Modèle 1: MCO empilés, utilisant les 242 observations  
 22 unités de coupe transversale incluses  
 Longueur des séries temporelles = 11  
 Variable dépendante: VariationRD

	coefficient	erreur std.	t de Student	p. critique	
const	-0.00245403	0.00285612	-0.8592	0.3912	
FormationCap	0.00301800	0.00250037	1.207	0.2288	
RecetteFisca	-0.00258681	0.00425872	-0.6074	0.5442	
Inflation	-0.00366517	0.00351678	-1.042	0.2985	
EducSup	-0.00599701	0.00334908	-1.791	0.0748	*
TauxdeFecon	0.00151134	0.000795611	1.900	0.0589	*
CroissanceProduc	-0.00153652	0.00215122	-0.7143	0.4759	
CroissanceUtIMEO	-0.000578628	0.000439543	-1.316	0.1895	
Conti	-0.207476	0.106789	-1.943	0.0534	*
Compl	9.61812	1.66737	5.768	2.84e-08	***
VarZ	0.535645	0.0385976	13.88	1.66e-31	***
AUT	0.00233935	0.000581836	4.021	8.09e-05	***
BEL	0.00297090	0.000479058	6.202	2.93e-09	***
CZE	0.00322018	0.00104802	3.073	0.0024	***
DEU	0.00183486	0.000705901	2.599	0.0100	**
DNK	0.00180065	0.000380828	4.728	4.15e-06	***
ESP	0.00418528	0.000904731	4.626	6.52e-06	***
EST	0.00398169	0.000798122	4.989	1.27e-06	***
FIN	0.000287653	0.000391171	0.7354	0.4629	
FRA	0.00186287	0.000544926	3.419	0.0008	***
GRB	0.00332048	0.000757514	4.383	1.85e-05	***
GRC	0.00507396	0.00108483	4.677	5.20e-06	***
HUN	0.00427338	0.00100088	4.270	2.97e-05	***
IRL	0.00319422	0.000886447	3.603	0.0004	***
ITA	0.00365053	0.00109026	3.348	0.0010	***
LUX	0.00345853	0.000705579	4.902	1.90e-06	***
LVA	0.00483875	0.00114393	4.230	3.49e-05	***
NDL	0.00288541	0.000640002	4.508	1.08e-05	***
POL	0.00485593	0.00113008	4.297	2.65e-05	***
PRT	0.00370876	0.00113403	3.270	0.0013	***
SVK	0.00665639	0.00188397	3.533	0.0005	***
SVN	0.00310954	0.000737209	4.218	3.66e-05	***
Moy. var. dép.	0.000320	Éc. type var. dép.	0.001144		
Somme carrés résidus	0.000126	Éc. type de régression	0.000776		
R2	0.599341	R2 ajusté	0.540196		
F(31, 210)	10.13343	p. critique (F)	2.17e-27		
Log de vraisemblance	1406.814	Critère d'Akaike	-2749.629		
Critère de Schwarz	-2637.983	Hannan-Quinn	-2704.654		
rho	0.601550	Durbin-Watson	0.775099		

## ANNEXE 2 : REGRESSION DU MODELE 1 : L'EFFET DE LA VARIATION DE LA R&D SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE

Modèle 4: MCO empilés, utilisant les 242 observations  
 22 unités de coupe transversale incluses  
 Longueur des séries temporelles = 11  
 Variable dépendante: CroissancePIB

	coefficient	erreur std.	t de Student	p. critique	
const	-0,00785659	0,0894313	-0,08785	0,9301	
FormationCap	0,506378	0,0749269	6,758	1,33e-10	***
RecetteFisca	0,00110800	0,139656	0,007934	0,9937	
Inflation	0,125754	0,113647	1,107	0,2698	
EducSup	0,214624	0,0674395	3,182	0,0017	***
TauxdeFecon	-0,0908252	0,0257093	-3,533	0,0005	***
Productivite	0,891483	0,0716682	12,44	4,94e-27	***
MOD	0,0602056	0,0145580	4,136	5,10e-05	***
AUT	-0,0402012	0,0178044	-2,258	0,0250	**
BEL	-0,0168196	0,0117286	-1,434	0,1530	
CZE	-0,0335792	0,0239882	-1,400	0,1630	
DEU	-0,0201641	0,0222882	-0,9047	0,3667	
DNK	-0,0104989	0,0120036	-0,8746	0,3828	
ESP	-0,0653762	0,0249843	-2,617	0,0095	***
EST	-0,0720329	0,0229343	-3,141	0,0019	***
FIN	-0,0222785	0,0119412	-1,866	0,0635	*
FRA	0,0129241	0,0116485	1,110	0,2685	
GRB	0,0163475	0,0206494	0,7917	0,4294	
GRC	-0,0273552	0,0255969	-1,069	0,2864	
HUN	-0,0401705	0,0223677	-1,796	0,0739	*
IRL	-0,00229433	0,0242500	-0,09461	0,9247	
ITA	-0,00362510	0,0216086	-0,1678	0,8669	
LUX	0,00419253	0,0178665	0,2347	0,8147	
LVA	-0,0548538	0,0274924	-1,995	0,0473	**
NDL	-0,00592384	0,0169407	-0,3497	0,7269	
POL	-0,00427512	0,0266818	-0,1602	0,8729	
PRT	-0,0159938	0,0280049	-0,5711	0,5685	
SVK	-0,142443	0,0571223	-2,494	0,0134	**
SVN	-0,0313964	0,0193932	-1,619	0,1069	
ValeurprediteRD	3,64308	2,44810	1,488	0,1382	
Moy. var. dép.	0,015883	Éc. type var. dép.	0,040268		
Somme carrés résidus	0,139480	Éc. type de régression	0,025650		
R2	0,643069	R2 ajusté	0,594244		
F(29, 212)	13,17079	p. critique (F)	2,39e-33		
Log de vraisemblance	559,1280	Critère d'Akaike	-1058,256		
Critère de Schwarz	-953,5878	Hannan-Quinn	-1016,092		
rho	0,295875	Durbin-Watson	1,336666		

### ANNEXE 3 : REGRESSION DU MODELE 2 : L'EFFET DE LA VARIATION DE LA R&D SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE – SENSIBILITE DE VARIABLES

Modèle 12: MCO empilés, utilisant les 242 observations  
 22 unités de coupe transversale incluses  
 Longueur des séries temporelles = 11  
 Variable dépendante: CroissancePIB

	coefficient	erreur std.	t de Student	p. critique	
const	-0,170779	0,0345408	-4,944	1,54e-06	***
FormationCap	0,524183	0,0688451	7,614	8,30e-13	***
EducSup	0,179065	0,0664345	2,695	0,0076	***
Productivite	0,897866	0,0699789	12,83	2,35e-28	***
MOD	0,0593820	0,0148572	3,997	8,82e-05	***
AUT	0,00395263	0,0121211	0,3261	0,7447	
BEL	-0,00288090	0,0113312	-0,2542	0,7995	
CZE	0,00269106	0,0149360	0,1802	0,8572	
DEU	0,0244768	0,0129574	1,889	0,0602	*
DNK	0,00255622	0,0114592	0,2231	0,8237	
ESP	-0,0156054	0,0113258	-1,378	0,1697	
EST	-0,0419156	0,0122682	-3,417	0,0008	***
FIN	-0,0121240	0,0114739	-1,057	0,2919	
FRA	0,00474198	0,0117172	0,4047	0,6861	
GRB	0,0248856	0,0118983	2,092	0,0377	**
GRC	0,0192705	0,0140081	1,376	0,1704	
HUN	0,0114237	0,0145707	0,7840	0,4339	
IRL	-0,0103800	0,0116465	-0,8913	0,3738	
ITA	0,0378651	0,0180287	2,100	0,0369	**
LUX	0,0355326	0,0115708	3,071	0,0024	***
LVA	-0,0174327	0,0120594	-1,446	0,1498	
NDL	0,00999646	0,0114900	0,8700	0,3853	
POL	0,0467070	0,0144290	3,237	0,0014	***
PRT	0,0304078	0,0170747	1,781	0,0763	*
SVK	0,0265442	0,0155209	1,710	0,0887	*
SVN	0,00333475	0,0127681	0,2612	0,7942	
ValeurprediteRD	1,86988	2,45972	0,7602	0,4480	
Moy. var. dép.	0,015883	Éc. type var. dép.		0,040268	
Somme carrés résidus	0,148557	Éc. type de régression		0,026286	
R2	0,619843	R2 ajusté		0,573871	
F(26, 215)	13,48292	p. critique (F)		2,42e-32	
Log de vraisemblance	551,4998	Critère d'Akaike		-1049,000	
Critère de Schwarz	-954,7984	Hannan-Quinn		-1011,052	
rho	0,284920	Durbin-Watson		1,358860	

## ANNEXE 4 : REGRESSION DU MODELE 3 : L'EFFET DE LA VARIATION DE LA R&D SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE – INTRODUCTION VARIABLE « CONTI »

Modèle 15: MCO empilés, utilisant les 242 observations  
 22 unités de coupe transversale incluses  
 Longueur des séries temporelles = 11  
 Variable dépendante: CroissancePIB

	coefficient	erreur std.	t de Student	p. critique	
const	-0,130369	0,0748815	-1,741	0,0831	*
FormationCap	0,400641	0,0832451	4,813	2,83e-06	***
RecetteFisca	0,0647288	0,138844	0,4662	0,6416	
Inflation	0,169343	0,117062	1,447	0,1495	
EducSup	0,426857	0,109480	3,899	0,0001	***
Productivite	0,877157	0,0736899	11,90	2,35e-25	***
MOD	0,0563530	0,0147791	3,813	0,0002	***
Conti	-7,65100	2,77131	-2,761	0,0063	***
AUT	0,0228185	0,0137287	1,662	0,0980	*
BEL	0,000547388	0,0113420	0,04826	0,9616	
CZE	0,0620801	0,0262792	2,362	0,0191	**
DEU	0,0471365	0,0176392	2,672	0,0081	***
DNK	-0,000345583	0,0118442	-0,02918	0,9768	
ESP	0,00623989	0,0188252	0,3315	0,7406	
EST	-0,0279862	0,0201126	-1,391	0,1655	
FIN	-0,0236806	0,0124734	-1,898	0,0590	*
FRA	0,0199151	0,0127397	1,563	0,1195	
GRB	0,0188414	0,0209673	0,8986	0,3699	
GRC	0,0505980	0,0215769	2,345	0,0200	**
HUN	0,0518184	0,0207793	2,494	0,0134	**
IRL	0,00118797	0,0244684	0,04855	0,9613	
ITA	0,0891412	0,0252079	3,536	0,0005	***
LUX	0,0394914	0,0148120	2,666	0,0083	***
LVA	0,0210436	0,0252890	0,8321	0,4063	
NDL	0,0206286	0,0158647	1,300	0,1949	
POL	0,0882765	0,0232708	3,793	0,0002	***
PRT	0,0835112	0,0271864	3,072	0,0024	***
SVK	0,0870638	0,0291151	2,990	0,0031	***
SVN	0,0354897	0,0180072	1,971	0,0500	*
ValeurprediteRD	1,50791	2,44067	0,6178	0,5374	
Moy. var. dép.	0,015883	Éc. type var. dép.	0,040268		
Somme carrés résidus	0,142566	Éc. type de régression	0,025932		
R2	0,635173	R2 ajusté	0,585268		
F(29, 212)	12,72750	p. critique (F)	2,07e-32		
Log de vraisemblance	556,4803	Critère d'Akaike	-1052,961		
Critère de Schwarz	-948,2925	Hannan-Quinn	-1010,797		
rho	0,310788	Durbin-Watson	1,311140		

## ANNEXE 5 : REGRESSION DU MODELE 4 : L'EFFET DE LA VARIATION DE LA R&D SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE – INTRODUCTION VARIABLE « COMPL »

Modèle 16: MCO empilés, utilisant les 242 observations  
22 unités de coupe transversale incluses  
Longueur des séries temporelles = 11  
Variable dépendante: CroissancePIB

	coefficient	erreur std.	t de Student	p. critique	
const	-0,212932	0,0719351	-2,960	0,0034	***
FormationCap	0,494599	0,0796522	6,209	2,76e-09	***
RecetteFisca	0,102571	0,140679	0,7291	0,4667	
Inflation	0,105980	0,116977	0,9060	0,3660	
EducSup	0,192445	0,0773700	2,487	0,0136	**
Productivite	0,919870	0,0743160	12,38	7,69e-27	***
MOD	0,0600319	0,0149834	4,007	8,53e-05	***
Compl	-3,52992	42,6251	-0,08281	0,9341	
AUT	0,00568112	0,0125993	0,4509	0,6525	
BEL	-0,00429662	0,0139991	-0,3069	0,7592	
CZE	0,0143019	0,0210121	0,6806	0,4968	
DEU	0,0321244	0,0172400	1,863	0,0638	*
DNK	-0,00149075	0,0125610	-0,1187	0,9056	
ESP	-0,00596265	0,0229035	-0,2603	0,7949	
EST	-0,0324684	0,0236771	-1,371	0,1717	
FIN	-0,0116824	0,0119507	-0,9776	0,3294	
FRA	0,00466060	0,0132623	0,3514	0,7256	
GRB	0,0320037	0,0252788	1,266	0,2069	
GRC	0,0279708	0,0264404	1,058	0,2913	
HUN	0,0145809	0,0193516	0,7535	0,4520	
IRL	0,00345493	0,0284865	0,1213	0,9036	
ITA	0,0394408	0,0200758	1,965	0,0508	*
LUX	0,0391849	0,0204817	1,913	0,0571	*
LVA	-0,00508761	0,0288828	-0,1761	0,8603	
NDL	0,0162220	0,0190883	0,8498	0,3964	
POL	0,0561869	0,0252992	2,221	0,0274	**
PRT	0,0419092	0,0248592	1,686	0,0933	*
SVK	0,0401931	0,0273999	1,467	0,1439	
SVN	0,00993015	0,0167085	0,5943	0,5529	
ValeurprediteRD	2,04224	2,47823	0,8241	0,4108	
Moy. var. dép.	0,015883	Éc. type var. dép.	0,040268		
Somme carrés résidus	0,147687	Éc. type de régression	0,026394		
R2	0,622069	R2 ajusté	0,570371		
F(29, 212)	12,03272	p. critique (F)	6,60e-31		
Log de vraisemblance	552,2104	Critère d'Akaike	-1044,421		
Critère de Schwarz	-939,7526	Hannan-Quinn	-1002,257		
rho	0,304729	Durbin-Watson	1,319651		

## ANNEXE 6 : REGRESSION DU MODELE 5 : L'EFFET DE LA VARIATION DE LA R&D SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE – MODELE FINAL

Modèle 17: MCO empilés, utilisant les 242 observations  
 22 unités de coupe transversale incluses  
 Longueur des séries temporelles = 11  
 Variable dépendante: CroissancePIB

	coefficient	erreur std.	t de Student	p. critique	
const	-0,126748	0,0742838	-1,706	0,0894	*
FormationCap	0,395632	0,0825925	4,790	3,14e-06	***
RecetteFisca	0,0527535	0,137814	0,3828	0,7023	
Inflation	0,191219	0,116550	1,641	0,1024	
EducSup	0,479755	0,111381	4,307	2,53e-05	***
Productivite	0,883688	0,0731468	12,08	6,95e-26	***
MOD	0,0549141	0,0146729	3,743	0,0002	***
Conti	-12,3613	3,52744	-3,504	0,0006	***
Compl	113,559	53,3059	2,130	0,0343	**
AUT	0,0377187	0,0153070	2,464	0,0145	**
BEL	0,0246109	0,0159412	1,544	0,1241	
CZE	0,105915	0,0332063	3,190	0,0016	***
DEU	0,0621000	0,0188513	3,294	0,0012	***
DNK	0,00961831	0,0126435	0,7607	0,4477	
ESP	0,0482449	0,0271543	1,777	0,0771	*
EST	0,00604599	0,0255554	0,2366	0,8132	
FIN	-0,0278171	0,0125221	-2,221	0,0274	**
FRA	0,0452708	0,0173579	2,608	0,0098	***
GRB	0,0487549	0,0250915	1,943	0,0533	*
GRC	0,108111	0,0344495	3,138	0,0019	***
HUN	0,101785	0,0312220	3,260	0,0013	***
IRL	0,0360820	0,0292774	1,232	0,2192	
ITA	0,141778	0,0351496	4,034	7,68e-05	***
LUX	0,0759195	0,0225432	3,368	0,0009	***
LVA	0,0788890	0,0369639	2,134	0,0340	**
NLD	0,0501636	0,0209706	2,392	0,0176	**
POL	0,145791	0,0355178	4,105	5,79e-05	***
PRT	0,132393	0,0354043	3,739	0,0002	***
SVK	0,148774	0,0409011	3,637	0,0003	***
SVN	0,0652943	0,0226864	2,878	0,0044	***
ValeurprediteRD	1,45159	2,42069	0,5997	0,5494	
Moy. var. dép.	0,015883	Éc. type var. dép.		0,040268	
Somme carrés résidus	0,139564	Éc. type de régression		0,025719	
R2	0,642855	R2 ajusté		0,592076	
F(30, 211)	12,65987	p. critique (F)		9,34e-33	
Log de vraisemblance	559,0553	Critère d'Akaike		-1056,111	
Critère de Schwarz	-947,9535	Hannan-Quinn		-1012,541	
rho	0,308167	Durbin-Watson		1,313814	