

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES DE GESTION

Influence du niveau d'éducation scolaire sur la croissance économique des pays européens face à la crise de la Covid-19

BODENGGHIEN, Rodrigue

Award date:
2023

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.



EFASM009 Mémoire de Fin d'Études

Master en Sciences Économiques et de Gestion

Année Académique 2022–2023

**Influence du niveau d'éducation scolaire sur la croissance économique
des pays européens face à la crise de la Covid-19**

Pierre-Emmanuel Leheu

Rodrigue Bodenghien

Emmanuelle Lhoste

Titulaire : Professeur Jean-Yves Gnabo

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

Table des matières

1	Introduction	2
2	Revue de la littérature	3
2.1	Les déterminants de la croissance économique.....	3
2.2	L'impact de l'éducation sur la croissance économique.....	3
2.3	Les déterminants de la résilience face à une crise.....	4
3	Présentation des données.....	6
3.1	La variable expliquée	6
3.2	Les variables explicatives.....	6
3.3	Nettoyage de données.....	6
3.4	Statistiques descriptives	7
4	Présentation du modèle/méthode	8
4.1	Modèle économique	8
4.2	Modèle économétrique	9
4.3	Choix de la méthode.....	9
5	Les résultats.....	11
5.1	Modèle étalon.....	11
5.2	Méthode du panel à effets fixes.....	11
5.2.1	Régression de référence.....	12
5.2.2	Régressions avec l'ajout de la variable PISA.....	12
5.2.3	Régressions avec l'ajout de la variable AEL.....	13
6	Conclusion.....	15
	Bibliographie	17
	ANNEXE 1 : Statistiques descriptives	18
	ANNEXE 2 : Régressions	19

1 INTRODUCTION

La pandémie de la Covid-19 a eu un impact significatif sur l'économie mondiale, de nombreux pays connaissant une récession économique et des taux de chômage en très forte hausse. Différents leviers ont été activés par les Etats pour en amortir les effets, en augmentant par exemple les dépenses publiques. En parallèle de ces initiatives, des facteurs plus structurels tels que l'éducation ont également été susceptibles de jouer un rôle essentiel dans la résilience économique. Le rôle de l'éducation peut être vu à différents niveaux. L'éducation contribue au développement des compétences et des connaissances nécessaires pour naviguer dans un paysage économique en mutation. Au cours de la pandémie, à court terme, l'éducation a facilité la transition vers le travail en ligne et à distance, qui a été essentiel pour maintenir l'activité économique pendant la pandémie. A moyen terme et long terme, avec la transition de nombreux emplois vers le travail à distance, l'éducation peut contribuer à fournir aux travailleurs les connaissances numériques et les compétences techniques nécessaires pour réussir dans cette nouvelle économie. Par exemple, les plateformes d'apprentissage en ligne permettent aux gens de se perfectionner ou de se réorienter vers des domaines tels que le marketing numérique ou encore le commerce électronique, qui sont très demandés sur le marché du travail actuel. L'éducation est également susceptible de soutenir la résilience économique en favorisant l'entrepreneuriat et l'innovation.

Ceci nous amène à poser la question suivante : « Quel est l'impact du niveau d'éducation scolaire sur la croissance économique des pays européens face à la crise de la Covid-19 ? ». L'analyse de la relation entre l'éducation et la croissance économique dans ce contexte est pertinente pour déterminer si les pays disposant d'une population plus instruite ont mieux résisté à la crise économique engendrée par la pandémie que ceux où la population est moins éduquée.

Le lien entre l'éducation et la croissance économique a déjà été étudié à travers diverses études économiques. Plusieurs facteurs clés en sont ressortis, tels que la qualité de la main d'œuvre (formation/éducation) et la stabilité financière du pays, notamment en matière d'investissement et de dette.

Notre travail se démarque des autres études par sa volonté de mesurer le niveau d'éducation scolaire au moyen des scores PISA (programme international pour le suivi des acquis des élèves) et le niveau d'éducation des adultes (AEL) établis par l'OCDE. Nous focalisons également notre attention sur les pays européens et sur l'influence spécifique de l'éducation sur leur croissance économique, plus que dans toute autre enquête. En résumé, notre contribution consiste d'une part à établir l'importance cruciale du niveau d'éducation dans ce type de problématique, et d'autre part à offrir une perspective plus précise des facteurs qui influencent la croissance des pays face à la crise.

Nous entamons notre travail par une revue de la littérature qui traite des questions liées à notre sujet. Nous poursuivons avec les données et la méthode d'estimation. Nous procédons dans la section 3 à l'analyse des résultats, avant de tirer les conclusions liées à notre recherche.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 *Les déterminants de la croissance économique*

Le PIB est en général utilisé comme variable expliquée pour représenter la croissance économique comme le montre l'article de *Chirwa, Odhiambo (2016)*.

Cet article liste également les déterminants principaux de la croissance économique. En Europe, la croissance économique est positivement associée au solde des administrations publiques en pourcentage du PIB, à la part élevée du secteur privé sur le PIB, au développement du capital humain, du secteur financier et des technologies de l'information, de la communication et de la technologie. Elle est négativement associée à l'inflation et au taux d'intérêt.

Pour les pays développés en général, les déterminants de la croissance économique comprennent la taille modérée du gouvernement, la part des investissements sur le PIB, les investissements dans le développement du capital humain, le niveau d'éducation, l'indice de démocratie, le taux de fertilité et l'inflation.

2.2 *L'impact de l'éducation sur la croissance économique*

Notre travail de recherche est, dans son approche, proche de l'article de *Barro (2001)*. Dans cet article l'impact de l'éducation sur la croissance économique prend une part importante du travail de recherche.

L'article de Barro suggère que le capital humain, c'est-à-dire l'éducation, la formation professionnelle, les compétences et les connaissances des individus, est un facteur important pour stimuler la croissance économique. L'auteur constate que les pays avec des niveaux d'éducation plus élevés ont tendance à avoir une croissance économique plus rapide que les pays avec des niveaux d'éducation plus faibles. En outre, Barro montre que l'impact du capital humain sur la croissance économique est plus important que celui d'autres facteurs, tels que l'investissement en capital physique ou les politiques de libre-échange.

Barro suggère également que l'impact de l'éducation sur la croissance économique peut être expliqué par plusieurs mécanismes. Par exemple, l'éducation peut augmenter la productivité du travail en améliorant les compétences et les connaissances des travailleurs. Elle peut également encourager l'innovation en fournissant des connaissances techniques et en stimulant la recherche et le développement. Enfin, l'éducation peut favoriser le progrès social et réduire les inégalités.

Pour arriver à ce résultat, Barro a analysé les effets de l'éducation sur la croissance économique dans un panel d'environ 100 pays entre 1965 et 1995. Il a utilisé des données sur les scores des étudiants aux examens internationaux comparables en sciences, mathématiques et lecture. L'étude mesure également la qualité de l'éducation. Le test PISA n'existait pas encore à ce moment-là mais ces tests ressemblent à la manière de fonctionner de PISA qui fait aussi des tests par matière.

L'article de *Hanushek, & Woessmann, L. (2009)* s'inspire du travail de recherche de Barro et y rajoute les résultats de PISA 2000 à 2009. Il arrive à la même conclusion. Les résultats suggèrent que la qualité de l'éducation a un impact significatif sur la croissance économique et rajoute que la qualité de l'éducation est un facteur plus important pour la croissance économique que la quantité d'éducation (c'est-à-dire le nombre d'années passées

à l'école). C'est pour ces raisons que nous avons décidé d'également utiliser les études PISA dans notre travail de recherche.

Benhabib, Spiegel (1994) et *Mankiw, Romer, Weil (1992)* arrivent également aux mêmes conclusions : les politiques de développement qui améliorent l'accès à l'éducation et qui encouragent l'accumulation de capital humain peuvent avoir un impact significatif sur la croissance économique.

L'étude de *De Meulemeester, Rochat (1995)* utilise des données provenant de différentes sources, telles que des indicateurs économiques et des statistiques sur l'éducation, pour évaluer la corrélation entre le niveau d'enseignement supérieur d'un pays et son développement économique. Les résultats de l'analyse suggèrent qu'il existe en effet une relation positive entre l'enseignement supérieur et le développement économique. Cependant, il est important de noter que la causalité ne peut être établie de manière concluante dans cette étude. Les résultats indiquent que l'enseignement supérieur peut jouer un rôle dans le développement économique, mais d'autres facteurs et mécanismes sont également susceptibles d'influencer cette relation.

2.3 *Les déterminants de la résilience face à une crise*

Un article important pour notre travail de recherche est *Alessi, L., Benczur, P., Campolongo, Cariboni, Manca, Menyhart, Pagano (2020)*. Cet article de la Commission européenne utilise 34 variables pour étudier la résilience des pays. Les auteurs de la Commission européenne soulignent qu'en ce qui concerne les principales fonctions des dépenses de protection sociale pour un ensemble de pays en développement, certains types de dépenses (par exemple, la santé, l'éducation) sont susceptibles de contribuer davantage à la croissance économique que d'autres, et cela peut varier d'un pays à l'autre. Identifier les canaux les plus efficaces de protection sociale pendant l'épisode de crise européenne est donc un objectif politique louable. L'article de *Fan & Rao (2003)* vient renforcer ces conclusions en arrivant au même résultat.

L'article de *Daly, Buckman, & Seitelman, L. M. (2020)* confirme aussi cela en étudiant les Etats-Unis lors de la crise Covid en 2020. Dans cet article, ils expliquent que le pourcentage de chômage était plus élevé chez les personnes ayant les diplômes les plus bas. Ceux ayant un diplôme plus élevé ont également été touchés par la crise Covid mais ont plus vite retrouvé un emploi. Un taux de chômage plus élevé perturbant l'économie, l'éducation est donc un moyen de mieux résister à cette crise.

L'article de *Gylfason, Holmström, Korkman, Söderström, & Vihriälä, (2010)* examine comment les économies des pays nordiques ont fait preuve de résilience face à la crise économique mondiale de 2008-2009. Plusieurs facteurs ont contribué à leur résilience, notamment leur diversification économique élevée, leurs institutions politiques et économiques stables et établies, leurs systèmes de protection sociale solides, et leurs investissements dans l'éducation et la formation. Ces facteurs ont permis aux économies nordiques de réagir rapidement à la crise et de limiter ses effets négatifs, en particulier pour les populations vulnérables. En somme, l'article montre que la résilience des économies nordiques face à la crise économique mondiale de 2008-2009 est due à une combinaison de facteurs.

L'article de *Wang, & Li (2022)* n'arrive par contre pas au même résultat. L'article ne s'attarde pas sur l'impact de l'éducation sur la résilience face à la crise de 2008-2009 mais dans le tableau des résultats, nous pouvons lire que le pourcentage de la population ayant obtenu un diplôme a un impact négatif significatif sur la résilience économique alors que le

pourcentage de personne non qualifiée a un impact positif significatif. Il serait intéressant de savoir si c'est le cas seulement pour un pays comme la Chine ou si c'est une constante que l'on retrouve dans d'autres pays.

3 PRESENTATION DES DONNEES

Notre étude se concentre sur une partie des pays européens. De ce fait, nous utilisons des données venant principalement de la banque mondiale, du fonds monétaire international et de l'OCDE. Le nombre de pays que nous avons sélectionnés est basé sur les pays participants à l'étude PISA et faisant également partie du continent européen. Nous avons donc au total les données sur 25 pays et sur 7 ans (de 2015 à 2021).

3.1 *La variable expliquée*

Le produit intérieur brut (PIB) : indicateur économique sur la production totale de biens et de services d'un pays. Nous l'exprimons en pourcentage de croissance annuelle. Ces données viennent de la banque mondiale.

3.2 *Les variables explicatives*

- **La démographie (DMG)** : nombre d'individus au sein d'un pays. Il est exprimé en pourcentage de croissance annuelle. Ces données viennent de l'OCDE.
- **La dette publique (DP)** : ensemble des engagements financiers de l'Etat. Il est exprimé en pourcentage du PIB. Ces données viennent du fonds monétaire international.
- **La démocratie (DMC)** : libertés politiques et civiles évaluées sur une échelle allant de 0 à 10. Au plus l'indice est élevé, au plus le pays est démocratique. Ces données viennent de Statista ainsi que d'Atlasocio.
- **Les cas covid (COV)** : nombre de nouveaux cas covid détectés sur une année. Il est exprimé en pourcentage de la population du pays avec un lag de 10 ans. Ces données viennent de Covid-19-stats ainsi que de coronavirus-statistiques.
- **L'inflation (INF)** : indice de la hausse générale des prix. Il est exprimé en pourcentage. Ces données viennent d'Eurostat ainsi que de la banque mondiale
- **PISA (PISA)** : moyenne des scores aux tests en sciences, en mathématique et de lecture. Il est exprimé en point et est borné entre 0 et 1000. Ces données viennent de l'OCDE.
- **Le taux d'emploi (EMP)** : indice de travailleurs actifs. Il est exprimé en pourcentage de la population d'âge actif (15-64 ans). Ces données viennent de l'OCDE.
- **Le niveau d'éducation des adultes (AEL)** : Le pourcentage de personnes ayant une éducation inférieure au secondaire supérieur dans la tranche d'âge de 25 à 64 ans. Ces données viennent de l'OCDE.

Comme le produit intérieur brut et la démographie sont deux variables dont nous avons calculé le pourcentage de croissance à partir des données récoltées, l'année 2015 est actuellement mise entre parenthèses pour les régressions.

3.3 *Nettoyage de données*

L'étude PISA ne se présente que tous les trois ans et a débuté en l'an 2000. Pour respecter un lag de 10 ans systématique dans nos observations, nous avons procédé à des imputations par interpolation linéaire afin de combler les années sans études. Nous n'avons pas rencontré de valeur aberrante et de manière générale, les données étaient disponibles pour les variables choisies. Il est toutefois arrivé pour certains pays qu'il manque une information pour une année. Ces observations ont été supprimées. En considérant les données de 2016 à 2021, nous avons un échantillon comprenant 25 unités de coupe

transversale sur 7 périodes avec un minimum de 5 périodes. Cet échantillon se compose donc de 166 entrées.

3.4 Statistiques descriptives

- **PIB** : la moyenne de la croissance est de 2,24% mais comme celle-ci a connu une forte diminution en 2020 avec l'arrivée de la Covid-19 (voir graphique 1), il est plus raisonnable de regarder la médiane qui est de 2,32% pour avoir un meilleur aperçu de la réalité. En effet, pour presque tous les pays (sauf l'Irlande), la croissance a fortement chuté et a atteint jusqu'à -11,33% pour l'Espagne.
- **DMG** : la croissance de la population reste assez stable et il y a une forte proximité entre la moyenne et la médiane (respectivement 0.326% et 0.331%). De manière générale, on ressent une diminution de la croissance en 2020.
- **DP** : lorsqu'on observe les extrema de la dette publique, on constate que l'écart est important (8.2% pour le minimum et 212.45% pour le maximum)¹. De ce fait, regarder la médiane a plus de sens que la moyenne. Celle-ci s'élève à 61.23%.
- **DMC** : pour rappel, l'échelle de la démocratie se situe entre 0 et 10. Nous observons une moyenne assez similaire à la médiane (respectivement 8.18 et 8.01). Ces valeurs élevées ont du sens car les pays Européens sont réputés pour leur démocratie.
- **COV** : comme cette donnée n'est enregistrée que pour deux ans (2020 et 2021) et que ces deux années ont été impactées de manière différente, il est plus intéressant de les analyser séparément. Pour 2020, la moyenne et la médiane sont semblables (respectivement 3.75% et 3.94%). Alors que pour 2021, la moyenne et la médiane restent similaires mais à un seuil plus élevé (respectivement 10.8% et 10.56%).
- **INF** : l'inflation varie entre -1.3% et 5.2%. Sa moyenne est de 1,4%. Les données montrent une diminution de l'inflation en 2020 pour ensuite augmenter considérablement en 2021.
- **PISA** : le score varie entre 461.22 et 552.67. La moyenne est presque identique à la médiane (respectivement 497.28 et 497.22).
- **EMP** : le taux d'emploi des pays étudiés varie entre 50.7% et 80.47% avec une moyenne de 69.67%. Le pays avec le taux d'emploi le plus faible est la Grèce en 2015 et la Suisse en 2019 pour le pays avec le taux d'emploi le plus élevé. De manière générale, on peut observer une diminution du taux d'emploi en 2020 à l'exception de l'Allemagne et de la Pologne.
- **AEL** : Le niveau d'éducation des adultes varient de 5,58% pour la République Tchèque en 2021 à 54,88% pour le Portugal en 2015. La moyenne pour les pays européen est de 18,67%. La médiane est assez proche en étant de 16,77%. De manière général on peut observer que le pourcentage de la population ayant un niveau d'étude inférieur au secondaire supérieur diminue de 2015 à 2021.

¹Cette valeur maximale correspond à la dette de la Grèce pour l'année 2020. Il s'agit ici d'une accumulation de la dette à la suite de la crise financière ayant débuté en 2008.

4 PRÉSENTATION DU MODÈLE/MÉTHODE

4.1 *Modèle économique*

A travers deux modèles économiques nous allons identifier les variables pertinentes, identifier la forme fonctionnelle et prédire les signes de la relation entre les variables d'intérêts.² (Université de Namur, 2022, p. 61)

Le premier modèle économique se focalisera sur PISA comme variable explicative pour l'éducation. Ce premier modèle servira de mètre étalon. Selon la revue de la littérature, PISA semble la variable la plus pertinente pour étudier l'impact de l'éducation sur la croissance économique mais il est intéressant de vérifier cela avec un autre modèle.

Le deuxième modèle utilisera l'AEL pour mesurer l'impact de l'éducation sur la croissance économique. Comme nous l'avons vu dans l'article de *Wang, X., & Li, M. (2022)*, c'est l'AEL qui a été utilisé et il semblait utile de vérifier si les résultats seraient les mêmes pour la crise de la Covid-19 et pour les pays européens. De plus, cela permettra de mettre ce modèle en parallèle avec le premier modèle pour voir si nous arrivons aux mêmes conclusions.

Ci-après, le tableau 1 reprenant sommairement les différentes variables explicatives, leur type et le signe pressenti quant à leur influence sur le PIB.

Tableau 1

Nom des variables	Type	Signe pressenti
<i>DP</i>	<i>Pourcentage</i>	-/+
<i>DMC</i>	<i>Échelle de 1 à 10</i>	+
<i>COV</i>	<i>Pourcentage</i>	-
<i>INF</i>	<i>Pourcentage</i>	-
<i>PISA</i>	<i>Score</i>	+
<i>ESUP</i>	<i>Pourcentage</i>	+
<i>DPED</i>	<i>Pourcentage</i>	+
<i>EMP</i>	<i>Pourcentage</i>	+
<i>DMG</i>	<i>Pourcentage</i>	+
<i>AEL</i>	<i>Pourcentage</i>	-

Ces modèles peuvent se traduire de la sorte : le PIB d'un pays (I) à l'année (T) est fonction d'une combinaison linéaire d'une constante (cons) et des variables explicatives (voir tableau 1) multipliées par des paramètres (β 1 à 9). Le premier modèle s'écrit de la manière suivante :

$$PIB = \beta_1 * DMG + \beta_2 * DP + \beta_3 * DMC + \beta_4 * COV + \beta_5 * INF + \beta_6 * PISA + \beta_7 * ESUP + \beta_8 * DPED + \beta_9 * EMP$$

Le deuxième s'écrit la façon ci-dessous :

$$PIB = \beta_1 * DMG + \beta_2 * DP + \beta_3 * DMC + \beta_4 * COV + \beta_5 * INF + \beta_6 * AEL + \beta_7 * ESUP + \beta_8 * DPED + \beta_9 * EMP$$

²Gnabo, J-Y. (2022). "Section 1: Principes généraux sur la méthode d'analyse économétrique" [Cours_1_22Fichier]. Econométrie (EFASM065), section 1, p61. Université de Namur, Namur.

4.2 *Modèle économétrique*

Les modèles économétriques découlent de l'inexactitude des relations économiques suite à l'omission de facteurs, erreur de mesure et les aléas dans les comportements des individus.³(Université de Namur, 2022, p. 63)

Lors de la construction de ceux-ci, nous pensions dans un premier temps utiliser des données transversales, ce qui nous aurait permis de travailler avec les MCO. Ce ne fut pas possible car nous disposions de trop peu de données et nous comparions des pays développés avec des pays sous-développés ce qui entraîne :

- Hétérogénéité des données (structure économique relativement différente) ;
- Biais de sélection (non-représentativité de leur catégorie respective) ;
- Différences de mesure (méthodes et indicateurs variables d'un endroit à l'autre).

Ensuite, nous avons été guidés vers les données de panel de sorte à collecter les données au sein d'un échantillon homogène. Nous avons récolté les informations pour tous les pays européens et cela de l'année 2015 à 2021. Du modèle économique, nous avons créé les modèles économétriques. Celui-ci s'écrit de la façon suivante :

$$PIB = \beta_1 * DMG + \beta_2 * DP + \beta_3 * DMC + \beta_4 * COV + \beta_5 * INF + \beta_6 * PISA + \beta_7 * EMP + \epsilon$$

$$PIB = \beta_1 * DMG + \beta_2 * DP + \beta_3 * DMC + \beta_4 * COV + \beta_5 * INF + \beta_6 * AEL + \beta_7 * EMP + \epsilon$$

En effet, nous ajoutons au modèle économique le terme d'erreur (ϵ). Celui-ci regroupe tous les autres facteurs susceptibles d'influencer la variable indépendante et qui ne sont pas repris dans le modèle ci-dessus.

4.3 *Choix de la méthode*

Nous collectons des données sur 25 pays durant 7 années. Sur base de cet échantillon, nous estimons un modèle linéaire multiple. Pour tenir compte de la structure de panel de nos données, nous utilisons un modèle de panel à effets fixes. En effet, celui-ci permet d'analyser des données longitudinales (c'est-à-dire des données collectées à différents moments pour les mêmes unités d'observation). Le modèle à effets fixes considère que les effets d'une unité d'observation (par exemple un pays) sont fixes au cours du temps et ne peuvent pas être expliqués par les variables explicatives incluses dans le modèle. En d'autres termes, cela signifie que les caractéristiques uniques d'une unité d'observation ont une influence constante sur les réponses observées au cours du temps et ne peuvent pas être captées par les variables explicatives. Le modèle peut être utilisé pour estimer l'effet d'une variable explicative sur la réponse en corrigeant pour les effets fixes non observés. Le modèle à effets fixes est également un des modèles utilisés dans l'étude de *Chirwa, & Odhiambo, (2016)*.

Il peut être écrit comme suit : $y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \alpha_i + \epsilon_{it}$

- y_{it} : variable dépendante pour la i -ème observation
- x_{it} : variable explicative pour la i -ème observation
- β_0 : coefficient de régression global
- β_1 : coefficient associé à la variable explicative

³Gnabo, J-Y. (2022). "Section 1: Principes généraux sur la méthode d'analyse économétrique" [Cours_1_22Fichier]. *Econométrie (EFASM065)*, section 1, p63. Université de Namur, Namur.

- α_i : l'effet individuel pour la i -ème observation qui représente l'effet constant pour cette entité sur la variable dépendante
- ε_{it} : erreur aléatoire pour la i -ème observation

Nous avons introduit la base de données dans Gretl et à celle-ci, nous avons introduit des variables dummy. Afin d'éviter la colinéarité parfaite nous retirons dt_2 (année 2016). De plus, nous avons ajouté des variables d'interactions de sorte à capturer l'effet de la variable en question au moment de la Covid-19 (dt_6 = année 2020).

5 LES RÉSULTATS

Dans le but de confirmer le choix de notre méthode, nous avons procédé à la comparaison d'une analyse à l'aide des moindres carrés ordinaires ainsi qu'en utilisant le panel à effets fixes. Il a été également décidé d'utiliser deux modèles différents. L'un se concentrant sur le niveau d'éducation des pays avec l'indicateur PISA et l'autre sur l'indicateur AEL. Dans notre méthode, de nombreuses variables ne sont statistiquement pas significatives. Cela peut être causé par l'ajout de la variable Covid, où les résultats sont tous nuls de 2015 à 2019. Afin de cibler plus précisément si une variable est significative pour 2020, il est possible de procéder à une interaction de cette année avec la variable en question. Cependant, nous nous intéressons à la relation de l'éducation par la variable PISA et la variable AEL, c'est pourquoi toutes les interactions ne sont pas étudiées.

5.1 *Modèle étalon*

Dans les résultats du tableau 2 où se trouve une première régression qui exclue momentanément la variable PISA, nous pouvons constater que le coefficient de la variable Covid est positif mais statistiquement non-significatif. Il est difficile de cibler précisément son impact réel dans cette méthode car les données n'apparaissent uniquement que pour les années 2020 et 2021. La constante est positive et statistiquement significative comme c'est le cas pour l'inflation tandis que les variables dépenses publiques et taux d'emploi ont un coefficient négatif et statistiquement significatif.

Le R^2 nous indique la qualité de notre méthode. En l'occurrence, il est de 14,82%. Les variables explicatives n'expliquent donc que 14,82% des fluctuations de la variable expliquée.

Dans le tableau 3, une deuxième régression est effectuée avec cette fois l'inclusion de la variable de médiation PISA. Nous constatons que la constante n'est plus statistiquement significative mais les trois autres le restent et leur coefficient ne varie que très faiblement tout comme le R^2 qui augmente légèrement pour atteindre 15,37%. Le coefficient de la variable PISA est positif mais statistiquement non-significatif. Ce qui signifie que nous ne pouvons pas valider l'existence d'une médiation. Dans ce cas, l'impact de notre variable Covid est indifférent du niveau d'éducation étudié par la variable PISA.

Les résultats de la troisième régression avec la variable de médiation AEL, se trouvant dans le tableau 4, sont fort proches des résultats précédents. Contrairement à la régression avec PISA, la constante est ici positive et statistiquement significative. Les trois autres variables restent significatives et les coefficients ne varient que très peu. Le R^2 lui est de 14,82% comme pour la première régression. Le coefficient de la variable AEL est positif mais statistiquement non-significatif. Ce qui signifie que nous ne pouvons pas valider l'existence d'une médiation. Dans ce cas également, l'impact de notre variable Covid est indifférent du niveau d'éducation étudié par la variable AEL.

5.2 *Méthode du panel à effets fixes*

Lorsque nous utilisons le panel à effets fixes, nous pouvons capturer les effets non-observables que la méthode des moindres carrés ordinaires ne peut pas identifier. Nous utilisons des effets fixes temporels sans effets fixes individuels dû à la forte inertie de la variable PISA.

5.2.1 Régression de référence

Comme pour la première méthode utilisée, une première régression est réalisée en excluant la variable PISA. Les résultats du tableau 5 montre que le coefficient de la variable Covid est cette fois négatif mais statistiquement non-significatif. Toutefois, dt_6 qui représente l'année 2020, a un coefficient fortement négatif comparé aux autres années et statistiquement significatif. Comme cette année est celle où la Covid a été le plus impactant, cela va dans le sens de notre intuition quant à son effet sur la croissance.

La variable démocratique a un coefficient négatif élevé et statistiquement significatif. Dans la littérature⁴, les résultats divergent quant à son effet sur l'économie d'un pays. Il n'est donc pas exclu que cette variable ait un effet négatif sur la croissance. Nous pouvons prendre comme exemple la Chine, qui n'est pas représentée dans cet échantillon. Ce pays connaît une forte croissance malgré le niveau très faible de la démocratie.

La constante est positive et statistiquement significative aux seuils de 10% et 5%. Nous pouvons constater que les autres coefficients statistiquement significatifs sont négatifs et que la constante est fortement positive.

Dans cette méthode, le R² est de 78,82%. Le panel à effets fixes nous apporte donc les éléments non-observables dont nous avons besoin pour justifier les variations de la variable explicative.

5.2.2 Régressions avec l'ajout de la variable PISA

Une deuxième régression est faite avec l'ajout de la variable PISA. Dans le tableau 6, nous pouvons remarquer que, comme pour la méthode des moindres carrés ordinaires, le coefficient de cette variable est positif mais statistiquement non-significatif. La constante n'est plus significative et les autres variables qui l'étaient dans la régression de référence le sont toujours. Leur coefficient ne varie que faiblement. Le R² ne varie également que faiblement. Il passe de 78,82 à 78,87%.

De manière générale, le niveau d'éducation représenté par le score PISA ne semble donc pas avoir d'impact sur la croissance. Pour cibler un peu mieux l'année où la Covid-19 est arrivé (représenté par la variable dt_6), nous avons effectué deux régressions supplémentaires. L'une où l'on fait interagir cette année avec la variable Covid et l'une où l'interaction de cette année se fait avec la variable PISA.

L'interaction avec la variable Covid se trouvant dans le tableau 7 a un coefficient négatif mais statistiquement non significatif. La variable que nous avons utilisée pour expliquer l'impact de la Covid donne comme résultat que la croissance n'a pas été impactée par la Covid dans les pays fortement touchés en 2020. Le coefficient des autres variables ne changent que faiblement.

En revanche, dans le tableau 8, l'interaction avec la variable PISA capture les scores PISA lors de l'année 2020 et il a un coefficient positif (0,0814) et statistiquement significatif aux seuils de 10% et 5%. Nous pouvons interpréter ce résultat de la manière suivante : en 2020, lorsque le score PISA augmente d'un point, la croissance augmente de 8,14 points de base. Dans nos données, les scores se situe entre 461 et 552 soit une valeur comprise entre 37,53 et 44,93 points de pourcentage.

⁴T. G., & Odhiambo, N. M. (2016). « *Macroeconomic determinants of economic growth: A review of international literature* ».

Comme le coefficient de dt_6 est de $-48,75$, même un score PISA important ne suffit pas pour équilibrer cette variable. En effet, même le score PISA le plus élevé (552) augmente la croissance de 44,93 points de pourcentage contre $-48,75$ points de pourcentage pour dt_6 . Ce qui est cohérent vu que nous avons 24 pays sur les 25 étudiés en croissance négative en 2020. Toutefois, un pays avec un score PISA plus élevé aura tendance à réduire l'impact négatif. Ces résultats sont logiques avec ce que nous avons vu dans la revue de la littérature.

Pour vérifier si nous avons besoin d'un modèle de régression polynomiale pour expliquer l'interaction de la variable PISA en 2020, nous avons procédé à l'ajout d'une variable quadratique de PISA. Le résultat de cette nouvelle interaction dans le tableau 9 nous donne une variable dont le coefficient est faiblement positif et statistiquement significatif aux seuils de 10% et 5%. Comme le coefficient reste positif, nous pouvons considérer que la régression linéaire est suffisante pour expliquer la relation.

5.2.3 Régressions avec l'ajout de la variable AEL

Notre dernière régression est faite avec l'ajout de la variable AEL. Dans le tableau 10, Nous pouvons observer que, contrairement à la méthode des moindres carrés ordinaires, le coefficient de cette variable est positif mais statistiquement non-significatif. La constante est significative seulement au seuil de 10% et les autres variables qui l'étaient dans la régression précédente le sont toujours. Leur coefficient ne varie que faiblement. Le R^2 ne varie également que faiblement. Il passe de 78,82 à 78,85%.

De manière générale, le niveau d'éducation représenté par l'AEL ne semble donc pas avoir d'impact sur la croissance. Pour cibler un peu mieux l'année où la Covid-19 est arrivé (représenté par la variable dt_6), nous avons effectué comme précédemment deux régressions supplémentaires. L'une où l'on fait interagir l'année 2020 avec la variable Covid et l'une où l'interaction de cette année se fait avec la variable AEL.

Dans le tableau 11, comme pour la régression avec la variable PISA, l'interaction avec la variable Covid a un coefficient négatif mais statistiquement non significatif. La variable que nous avons utilisée pour expliquer l'impact de la Covid donne comme résultat que la croissance n'a pas été impactée par la Covid dans les pays fortement touchés en 2020. Le coefficient des autres variables ne changent que faiblement.

En revanche, dans le tableau 12, l'interaction avec la variable AEL capture le taux personne ayant une éducation inférieure au secondaire supérieur chez les 25-64 ans lors de l'année 2020 et il a un coefficient négatif ($-0,1613$) et statistiquement significatif. Nous pouvons interpréter ce résultat de la manière suivante : en 2020, lorsque le taux de personnes ayant une éducation inférieure au secondaire supérieur chez les 25-64 ans augmente d'un point de pourcentage, la croissance diminue de 16,13 points de base. Dans nos données, les scores se situent entre 5,58 et 54,88 soit une valeur comprise entre $-0,9$ et $-8,85$ points de pourcentage.

Comme le coefficient de AEL est négatif, même un AEL faible ne suffit pas pour équilibrer cette variable. En effet, même l'AEL le plus bas (5,58) diminue la croissance de 0,9 points de pourcentage qui vient s'ajouter au $-48,75$ points de pourcentage pour dt_6 . Ce qui est cohérent vu que nous avons 24 pays sur les 25 étudiés en croissance négative en 2020. Toutefois, un pays avec un AEL plus élevé aura tendance à avoir un impact sur la croissance plus négatif encore. Les résultats sont contraires aux résultats que l'on peut retrouver dans l'étude Wang, X., & Li, M. (2022) mais sont cohérents avec les résultats des autres études que nous avons vu dans la revue de la littérature.

Dans le tableau 13, nous avons vérifié si nous avons besoin d'un modèle de régression polynomiale pour expliquer l'interaction de la variable AEL en 2020, nous avons procédé à l'ajout d'une variable quadratique d'AEL. Le résultat de cette nouvelle interaction nous donne une variable dont le coefficient est toujours négatif (0,1606) et statistiquement significatif. Comme le coefficient reste négatif, nous pouvons considérer que la régression linéaire est suffisante pour expliquer la relation.

6 CONCLUSION

La finalité de cette étude est de déterminer si l'éducation (capturée par le score PISA et l'AEL) exerce une influence sur la résilience économique en période de crise sanitaire. Elle vise aussi à mettre en évidence l'importance cruciale du niveau d'éducation dans la croissance économique des nations européennes et de fournir une perspective plus précise quant aux facteurs qui influent sur leur expansion face à la crise sanitaire de la Covid-19. Bien que plusieurs recherches aient déjà été menées sur ce sujet, celles-ci ont tendance à souligner que l'éducation joue un rôle clé dans la croissance économique. Ce travail se distingue par l'utilisation de scores PISA et l'AEL pour mesurer le niveau d'éducation scolaire et par l'analyse du lien spécifique entre l'éducation et la croissance des pays européens lors d'une crise sanitaire tel que la Covid-19.

L'étude se concentre sur les pays européens participant à l'enquête PISA, avec un échantillon de 25 pays sur une période de 7 ans (2015 à 2021), impliquant des données de panel.

L'analyse économétrique a été réalisée dans un premier temps en utilisant la méthode des moindres carrés ordinaires (modèle linéaire multiple), qui a révélé que la variable Covid n'a pas d'impact significatif sur la croissance économique, tandis que la variable d'emploi et les dépenses publiques ont un impact négatif notable, bien que leur qualité soit faible. Afin d'avoir une étude plus fiable, la littérature scientifique a été examinée et le modèle du panel à effets fixes a été appliqué dans un second temps pour prendre en compte les effets non observables. Les résultats ont montré que la variable Covid n'a pas d'impact significatif, mais que l'année 2020 a eu un impact négatif notable sur la croissance économique en raison de la pandémie. Ces résultats confirment les avancées de la littérature scientifique. On remarque tout de même qu'en 2020, les pays avec un score PISA plus élevé ont tendance à avoir une meilleure résilience économique et que les pays avec un taux de personnes ayant une éducation inférieure au secondaire supérieur dans la tranche d'âge de 25 à 64 ans plus élevé avaient moins bien résisté économiquement.

Cependant, de nombreuses variables ne sont pas statistiquement significatives, ce qui peut s'expliquer par l'ajout de la variable Covid, où les résultats sont nuls de 2015 à 2019.

Néanmoins, il est important de souligner les limites de notre modèle, principalement imposées par le nombre de pays européens utilisés dans l'enquête PISA. Une autre limite réside dans les données inertes dans le temps c'est-à-dire qu'elle ne varie pas pour chaque unité individuelle, alors son effet est "absorbé" par l'effet fixe de chaque unité, et ne contribue donc pas à expliquer la variation dans la variable dépendante du modèle. Ainsi, inclure des variables inertes dans un modèle économétrique panel à effets fixes peut conduire à des problèmes de colinéarité, car ces variables sont corrélées avec les effets fixes pour chaque unité individuelle. Cela peut entraîner une instabilité des coefficients estimés, une mauvaise précision et des résultats non significatifs.

Il faut également être vigilant dans le choix du modèle, car les résultats des études économétriques peuvent être sensibles aux méthodes utilisées pour estimer les paramètres. Des changements mineurs dans les modèles peuvent conduire à des résultats différents.

Il serait intéressant de refaire des études dans quelques années pour également analyser l'impact sur les années suivant 2020 pour observer les impacts à moyen et long terme suite

à la crise sanitaire de la Covid_19. Pour le moment, nous sommes encore trop proches de 2020 pour avoir les données nécessaires pour effectuer une étude de ce genre.

Bibliographie

Alessi, L., Benczur, P., Campolongo, F., Cariboni, J., Manca, A. R., Menyhert, B., & Pagano, A. (2020). *The resilience of EU member states to the financial and economic crisis*. *Social Indicators Research*, 148, 569-598.

Barro, R. J. (2001). *Human capital and growth*. *American economic review*, 91(2), 12-17.

Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (1994). *The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data*. *Journal of Monetary economics*, 34(2), 143-173.

Chirwa, T. G., & Odhiambo, N. M. (2016). *Macroeconomic determinants of economic growth: A review of international literature*. *The South East European Journal of Economics and Business*, 11(2).

Daly, M. C., Buckman, S. R., & Seitelman, L. M. (2020). *The unequal impact of COVID-19: Why education matters*. *FRBSF Economic Letter*, 17(5), 1-5.

De Meulemeester, J. L., & Rochat, D. (1995). *A causality analysis of the link between higher education and economic development*. *Economics of education review*, 14(4), 351-361.

Fan, S., & Rao, N. (2003). *Public spending in developing countries: trends, determination, and impact*: Environment and Production Technology Division. IFPRI, Washington DC.

Gnabo, J-Y. (2022). "Section 1: Principes généraux sur la méthode d'analyse économétrique" [Cours_1_22Fichier]. *Econométrie (EFASM065), section 1*, p63. Université de Namur, Namur.

Gylfason, T., Holmström, B., Korkman, S., Söderström, H. T., & Vihriälä, V. (2010). *Nordics in global crisis. Vulnerability and resilience*. ETLA B.

Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2009). *Do better schools lead to more growth*.

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). *A contribution to the empirics of economic growth*. *The quarterly journal of economics*, 107(2), 407-437.

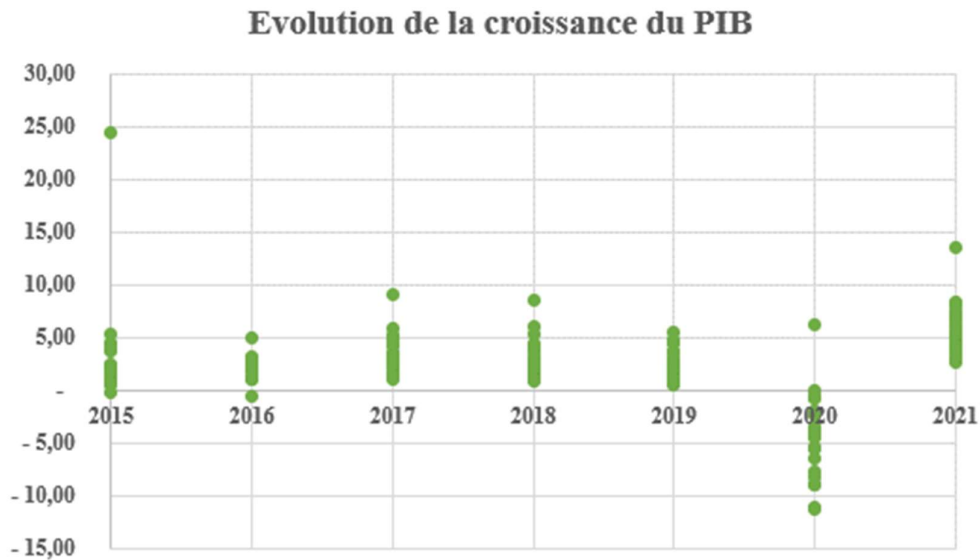
Wang, X., & Li, M. (2022). *Determinants of regional economic resilience to economic crisis: Evidence from Chinese economies*. *Sustainability*, 14(2), 809.

ANNEXE 1 : Statistiques descriptives

Tableau 1. Récapitulatif des statistiques descriptives

Variable	Moyenne	Médiane	E.T.	Min	Max
PIB	2,24	2,32	3,98	-11,3	24,4
DMG	0,325	0,331	0,645	-1,88	2,49
DP	71,0	61,2	40,9	8,20	212,
DMC	8,18	8,01	0,854	6,50	9,93
COV	2,25	0,000	4,32	0,000	20,1
INF	1,40	1,20	1,30	-1,30	5,20
PISA	497,	497,	16,5	461,	553,
EMP	69,7	70,5	6,33	50,7	80,5
AEL	18,7	16,8	10,7	5,58	54,9

Graphique 1. sur l'évolution de la croissance du PIB des pays étudiés entre 2015 et 2021



ANNEXE 2 : Régressions

Tableau 2. MCO sans la variable PISA

Modèle 1: MCO empilés, utilisant 166 observations
25 processus individuels inclus
Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	15,8766	5,64732	2,811	0,0056	***
DMG	0,172847	0,610536	0,2831	0,7775	
DP	-0,0349954	0,0111570	-3,137	0,0020	***
DMC	0,366633	0,494878	0,7409	0,4599	
COV	0,101768	0,0742676	1,370	0,1725	
INF	0,812822	0,271650	2,992	0,0032	***
EMP	-0,223525	0,0770193	-2,902	0,0042	***
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	2223,581	Éc. type régression		3,739624	
R2	0,148166	R2 ajusté		0,116021	
F(6, 159)	4,609333	P. critique (F)		0,000241	
Log de vraisemblance	-450,9194	Critère d'Akaike		915,8387	
Critère de Schwarz	937,6226	Hannan-Quinn		924,6810	
rho	-0,053489	Durbin-Watson		1,699313	

Tableau 3. MCO avec la variable PISA

Modèle 2: MCO empilés, utilisant 166 observations
25 processus individuels inclus
Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	7,47685	10,0314	0,7453	0,4572	
DMG	0,201343	0,611133	0,3295	0,7422	
DP	-0,0344598	0,0111686	-3,085	0,0024	***
DMC	0,285281	0,501310	0,5691	0,5701	
COV	0,103125	0,0742735	1,388	0,1670	
INF	0,834816	0,272494	3,064	0,0026	***
EMP	-0,246869	0,0803862	-3,071	0,0025	***
PISA	0,0213365	0,0210606	1,013	0,3126	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	2209,230	Éc. type régression		3,739314	
R2	0,153663	R2 ajusté		0,116168	
F(7, 158)	4,098137	P. critique (F)		0,000367	
Log de vraisemblance	-450,3819	Critère d'Akaike		916,7639	
Critère de Schwarz	941,6598	Hannan-Quinn		926,8693	
rho	-0,057037	Durbin-Watson		1,708596	

Tableau 4. MCO avec la Variable AEL

Modèle 3: MCO empilés, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	15,9034	5,67162	2,804	0,0057	***
DMG	0,175221	0,612929	0,2859	0,7753	
DP	-0,0344307	0,0125974	-2,733	0,0070	***
DMC	0,381969	0,520670	0,7336	0,4643	
COV	0,100937	0,0749838	1,346	0,1802	
INF	0,814552	0,273076	2,983	0,0033	***
EMP	-0,225276	0,0793144	-2,840	0,0051	***
AEL	-0,00383368	0,0392538	-0,09766	0,9223	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	2223,447	Éc. type régression		3,751326	
R2	0,148217	R2 ajusté		0,110480	
F(7, 158)	3,927609	P. critique (F)		0,000560	
Log de vraisemblance	-450,9144	Critère d'Akaike		917,8287	
Critère de Schwarz	942,7246	Hannan-Quinn		927,9341	
rho	-0,054444	Durbin-Watson		1,701450	

Tableau 5. Panel à effets fixes sans la variable PISA

Modèle 4: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	40,8001	19,2378	2,121	0,0359	**
DMG	-0,544614	0,713029	-0,7638	0,4464	
DP	-0,0444578	0,0409484	-1,086	0,2796	
DMC	-5,97874	1,72187	-3,472	0,0007	***
COV	-0,128630	0,114917	-1,119	0,2651	
INF	-0,354594	0,264784	-1,339	0,1829	
EMP	0,231961	0,228766	1,014	0,3125	
dt_2	-1,65216	0,677595	-2,438	0,0161	**
dt_3	-0,890170	0,807794	-1,102	0,2725	
dt_4	-1,53510	0,931356	-1,648	0,1017	
dt_5	-2,07486	1,00455	-2,065	0,0409	**
dt_6	-8,26621	1,06956	-7,729	<0,0001	***
dt_7	2,76770	1,74332	1,588	0,1148	
Moyenne var. dép.	2,240181		Éc. type var. dép.	3,977470	
Somme carrés résidus	552,9558		Éc. type régression	2,070381	
R2 within	0,788167		R2 intra	0,725761	
F(36, 129) - LSDV	13,33254		P. critique (F)	9,11e-29	
Log de vraisemblance	-335,4169		Critère d'Akaike	744,8338	
Critère de Schwarz	859,9773		Hannan-Quinn	791,5713	
rho	-0,325335		Durbin-Watson	2,038521	

Test de significativité conjointe des régresseurs -
 Statistique de test: $F(12, 129) = 28,4493$
 avec p. critique = $P(F(12, 129) > 28,4493) = 1,38941e-30$

Test de différence des constantes individuelles -
 Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: $F(24, 129) = 4,95516$
 avec p. critique = $P(F(24, 129) > 4,95516) = 9,9838e-10$

Tableau 6. Panel à effets fixes avec la variable PISA

Modèle 5: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	32,3508	24,4963	1,321	0,1890	
DMG	-0,541706	0,714954	-0,7577	0,4500	
DP	-0,0534354	0,0440811	-1,212	0,2277	
DMC	-5,89719	1,73261	-3,404	0,0009	***
COV	-0,126490	0,115287	-1,097	0,2746	
INF	-0,344746	0,266074	-1,296	0,1974	
EMP	0,189002	0,241884	0,7814	0,4360	
dt_2	-1,61955	0,681901	-2,375	0,0190	**
dt_3	-0,851153	0,812949	-1,047	0,2971	
dt_4	-1,46877	0,941338	-1,560	0,1212	
dt_5	-2,00006	1,01607	-1,968	0,0512	*
dt_6	-8,12748	1,10070	-7,384	<0,0001	***
dt_7	2,88981	1,76155	1,640	0,1034	
PISA	0,0227695	0,0406909	0,5596	0,5767	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	551,6065	Éc. type régression		2,075916	
R2 within	0,788684	R2 intra		0,726430	
F(37, 128) - LSDV	12,91160	P. critique (F)		2,91e-28	
Log de vraisemblance	-335,2141	Critère d'Akaike		746,4282	
Critère de Schwarz	864,6837	Hannan-Quinn		794,4289	
rho	-0,322188	Durbin-Watson		2,031609	

Test de significativité conjointe des régresseurs -
 Statistique de test: $F(13, 128) = 26,1452$
 avec p. critique = $P(F(13, 128) > 26,1452) = 6,53702e-30$

Test de différence des constantes individuelles -
 Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: $F(24, 128) = 4,87202$
 avec p. critique = $P(F(24, 128) > 4,87202) = 1,61218e-0$

Tableau 7. Panel à effets fixes avec la variable Inter_COV et PISA

Modèle 6: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	35,1129	24,5645	1,429	0,1553	
DMG	-0,469067	0,716345	-0,6548	0,5138	
DP	-0,0569895	0,0441080	-1,292	0,1987	
DMC	-6,11209	1,73905	-3,515	0,0006	***
COV	-0,0753305	0,122800	-0,6134	0,5407	
INF	-0,311852	0,267053	-1,168	0,2451	
EMP	0,197771	0,241592	0,8186	0,4145	
dt_2	-1,64223	0,681029	-2,411	0,0173	**
dt_3	-0,930571	0,814310	-1,143	0,2553	
dt_4	-1,56633	0,943308	-1,660	0,0993	*
dt_5	-2,09874	1,01773	-2,062	0,0412	**
dt_6	-7,05557	1,41852	-4,974	<0,0001	***
dt_7	2,21184	1,84787	1,197	0,2335	
PISA	0,0200165	0,0406883	0,4919	0,6236	
InterCOV	-0,343989	0,287872	-1,195	0,2343	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	545,4737	Éc. type régression		2,072455	
R2 within	0,791034	R2 intra		0,729471	
F(38, 127) - LSDV	12,65142	P. critique (F)		5,48e-28	
Log de vraisemblance	-334,2861	Critère d'Akaike		746,5723	
Critère de Schwarz	867,9398	Hannan-Quinn		795,8362	
rho	-0,329262	Durbin-Watson		2,021752	

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(14, 127) = 24,4608$

avec p. critique = $P(F(14, 127) > 24,4608) = 1,72584e-29$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(24, 127) = 4,76905$

avec p. critique = $P(F(24, 127) > 4,76905) = 2,88085e-09$

8. Panel à effets fixes avec la variable Inter_PISA

Modèle 7: Effets fixes, utilisant 166 observations

25 processus individuels inclus

Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7

Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	34,6282	24,0301	1,441	0,1520	
DMG	-0,327483	0,706094	-0,4638	0,6436	
DP	-0,0352462	0,0438232	-0,8043	0,4227	
DMC	-6,31494	1,70667	-3,700	0,0003	***
COV	-0,102500	0,113421	-0,9037	0,3679	
INF	-0,327222	0,260916	-1,254	0,2121	
EMP	0,134350	0,238121	0,5642	0,5736	
dt_2	-1,59998	0,668486	-2,393	0,0182	**
dt_3	-0,749486	0,797944	-0,9393	0,3494	
dt_4	-1,27600	0,925993	-1,378	0,1706	
dt_5	-1,73297	1,00176	-1,730	0,0861	*
dt_6	-48,7500	16,3403	-2,983	0,0034	***
dt_7	2,71445	1,72821	1,571	0,1187	
PISA	0,0297241	0,0399851	0,7434	0,4586	
InterPISA	0,0814348	0,0326853	2,491	0,0140	**
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	525,9017	Éc. type régression		2,034934	
R2 within	0,798532	R2 intra		0,739178	
F(38, 127) - LSDV	13,24663	P. critique (F)		6,36e-29	
Log de vraisemblance	-331,2533	Critère d'Akaike		740,5066	
Critère de Schwarz	861,8741	Hannan-Quinn		789,7705	
rho	-0,300939	Durbin-Watson		2,007624	

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(14, 127) = 25,7087$

avec p. critique = $P(F(14, 127) > 25,7087) = 1,83234e-30$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(24, 127) = 5,10592$

avec p. critique = $P(F(24, 127) > 5,10592) = 5,17208e-10$

Tableau 9. Panel à effets fixes avec la variable Inter_qs_PISA

Modèle 10: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	134,669	302,563	0,4451	0,6570	
DMG	-0,290629	0,717698	-0,4049	0,6862	
DP	-0,0324011	0,0451212	-0,7181	0,4740	
DMC	-6,30684	1,71262	-3,683	0,0003	***
COV	-0,112990	0,118621	-0,9525	0,3427	
INF	-0,348646	0,270410	-1,289	0,1996	
EMP	0,152413	0,245738	0,6202	0,5362	
dt_2	-1,61015	0,671585	-2,398	0,0180	**
dt_3	-0,708086	0,810668	-0,8735	0,3841	
dt_4	-1,23195	0,938873	-1,312	0,1919	
dt_5	-1,69279	1,01267	-1,672	0,0971	*
dt_6	-28,5577	8,20883	-3,479	0,0007	***
dt_7	2,88849	1,81539	1,591	0,1141	
PISA	-0,378076	1,23050	-0,3073	0,7592	
Inter_sq_PISA	8,22725e-05	3,27475e-05	2,512	0,0133	**
sq_PISA	0,000408841	0,00123203	0,3318	0,7406	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	525,2825	Éc. type régression		2,041791	
R2 within	0,798769	R2 intra		0,739485	
F(39, 126) - LSDV	12,82425	P. critique (F)		2,19e-28	
Log de vraisemblance	-331,1555	Critère d'Akaike		742,3110	
Critère de Schwarz	866,7905	Hannan-Quinn		792,8381	
rho	-0,306286	Durbin-Watson		2,016004	

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(15, 126) = 23,8439$

avec p. critique = $P(F(15, 126) > 23,8439) = 8,84933e-30$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(24, 126) = 4,83416$

avec p. critique = $P(F(24, 126) > 4,83416) = 2,17205e-0$

Tableau 10. Panel à effets fixes avec la variable AEL

Modèle 11: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	36,4547	21,9712	1,659	0,0995	*
DMG	-0,481982	0,731164	-0,6592	0,5110	
DP	-0,0437748	0,0411137	-1,065	0,2890	
DMC	-5,92563	1,73219	-3,421	0,0008	***
COV	-0,124086	0,115809	-1,071	0,2860	
INF	-0,392056	0,280639	-1,397	0,1648	
EMP	0,269044	0,246376	1,092	0,2769	
dt_2	-1,62248	0,683555	-2,374	0,0191	**
dt_3	-0,810921	0,832718	-0,9738	0,3320	
dt_4	-1,46323	0,950362	-1,540	0,1261	
dt_5	-2,01297	1,01883	-1,976	0,0503	*
dt_6	-8,16093	1,10276	-7,400	<0,0001	***
dt_7	2,93839	1,79692	1,635	0,1045	
AEL	0,0655234	0,158326	0,4139	0,6797	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	552,2169	Éc. type régression		2,077064	
R2 within	0,788451	R2 intra		0,726127	
F(37, 128) - LSDV	12,89350	P. critique (F)		3,11e-28	
Log de vraisemblance	-335,3059	Critère d'Akaike		746,6118	
Critère de Schwarz	864,8674	Hannan-Quinn		794,6125	
rho	-0,331358	Durbin-Watson		2,041046	

Test de significativité conjointe des régresseurs -
 Statistique de test: $F(13, 128) = 26,1054$
 avec $p. critique = P(F(13, 128) > 26,1054) = 7,00083e-30$

Test de différence des constantes individuelles -
 Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: $F(24, 128) = 4,88302$
 avec $p. critique = P(F(24, 128) > 4,88302) = 1,52371e-0$

Tableau 11. Panel à effets fixes avec la variable Inter_COV et AEL

Modèle 12: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	36,1498	21,9114	1,650	0,1015	
DMG	-0,368952	0,734227	-0,5025	0,6162	
DP	-0,0485630	0,0411623	-1,180	0,2403	
DMC	-6,12545	1,73411	-3,532	0,0006	***
COV	-0,0647984	0,124049	-0,5224	0,6023	
INF	-0,373552	0,280216	-1,333	0,1849	
EMP	0,292058	0,246320	1,186	0,2380	
dt_2	-1,62798	0,681670	-2,388	0,0184	**
dt_3	-0,852942	0,831025	-1,026	0,3067	
dt_4	-1,52548	0,948914	-1,608	0,1104	
dt_5	-2,08045	1,01731	-2,045	0,0429	**
dt_6	-6,90095	1,46136	-4,722	<0,0001	***
dt_7	2,29150	1,85881	1,233	0,2199	
AEL	0,0991910	0,159967	0,6201	0,5363	
InterCOV	-0,381019	0,291035	-1,309	0,1928	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	544,8635	Éc. type régression		2,071295	
R2 within	0,791268	R2 intra		0,729774	
F(38, 127) - LSDV	12,66933	P. critique (F)		5,13e-28	
Log de vraisemblance	-334,1932	Critère d'Akaike		746,3865	
Critère de Schwarz	867,7540	Hannan-Quinn		795,6504	
rho	-0,341444	Durbin-Watson		2,028894	

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(14, 127) = 24,4984$

avec p. critique = $P(F(14, 127) > 24,4984) = 1,61137e-29$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(24, 127) = 4,80797$

avec p. critique = $P(F(24, 127) > 4,80797) = 2,35861e-09$

Tableau 12. Panel à effets fixes avec la variable Inter_AEL

Modèle 13: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	33,8943	21,0963	1,607	0,1106	
DMG	-0,604303	0,702507	-0,8602	0,3913	
DP	-0,00685145	0,0408661	-0,1677	0,8671	
DMC	-5,46902	1,66741	-3,280	0,0013	***
COV	-0,0932323	0,111486	-0,8363	0,4046	
INF	-0,452511	0,269863	-1,677	0,0960	*
EMP	0,234973	0,236625	0,9930	0,3226	
dt_2	-1,61861	0,655936	-2,468	0,0149	**
dt_3	-0,599656	0,801392	-0,7483	0,4557	
dt_4	-1,17969	0,915624	-1,288	0,1999	
dt_5	-1,69475	0,981968	-1,726	0,0868	*
dt_6	-5,73991	1,26805	-4,527	<0,0001	***
dt_7	2,54658	1,72802	1,474	0,1430	
AEL	-0,00822983	0,153412	-0,05365	0,9573	
Inter_AEL	-0,161278	0,0465436	-3,465	0,0007	***
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.		3,977470	
Somme carrés résidus	504,5186	Éc. type régression		1,993135	
R2 within	0,806723	R2 intra		0,749783	
F(38, 127) - LSDV	13,94972	P. critique (F)		5,46e-30	
Log de vraisemblance	-327,8080	Critère d'Akaike		733,6160	
Critère de Schwarz	854,9835	Hannan-Quinn		782,8799	
rho	-0,314654	Durbin-Watson		2,036676	

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(14, 127) = 27,1828$

avec p. critique = $P(F(14, 127) > 27,1828) = 1,42757e-31$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(24, 127) = 5,07572$

avec p. critique = $P(F(24, 127) > 5,07572) = 6,02519e-10$

Tableau 13. Panel à effets fixes avec la variable Inter_qs_AEL

Modèle 14: Effets fixes, utilisant 166 observations
 25 processus individuels inclus
 Dimension temporelle : minimum 5, maximum 7
 Variable dépendante: PIB

	<i>Coefficient</i>	<i>Erreur Std</i>	<i>t de Student</i>	<i>p. critique</i>	
const	34,6378	21,3192	1,625	0,1067	
DMG	-0,483025	0,704614	-0,6855	0,4943	
DP	-0,00826361	0,0408182	-0,2024	0,8399	
DMC	-5,49042	1,68100	-3,266	0,0014	***
COV	-0,0881429	0,113860	-0,7741	0,4403	
INF	-0,412216	0,273909	-1,505	0,1348	
EMP	0,229033	0,239088	0,9579	0,3399	
dt_2	-1,63688	0,660413	-2,479	0,0145	**
dt_3	-0,666621	0,803223	-0,8299	0,4081	
dt_4	-1,25334	0,922560	-1,359	0,1767	
dt_5	-1,76936	0,996593	-1,775	0,0782	*
dt_6	-7,22182	1,14199	-6,324	<0,0001	***
dt_7	2,39881	1,73541	1,382	0,1693	
AEL	-0,00788899	0,308996	-0,02553	0,9797	
Inter_sq_AEL	-0,00338656	0,00102720	-3,297	0,0013	***
sq_AEL	-0,00022694	0,00403714	-0,05621	0,9553	

1

Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.	3,977470
Somme carrés résidus	502,9359	Éc. type régression	1,997887
R2 within	0,807330	R2 intra	0,750568
F(39, 126) - LSDV	13,53761	P. critique (F)	1,71e-29
Log de vraisemblance	-327,5472	Critère d'Akaike	735,0944
Critère de Schwarz	859,5739	Hannan-Quinn	785,6215
rho	-0,329079	Durbin-Watson	2,055162

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(15, 126) = 25,2765$

avec p. critique = $P(F(15, 126) > 25,2765) = 6,28844e-31$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(24, 126) = 5,02384$

avec p. critique = $P(F(24, 126) > 5,02384) = 8,28483e-10$