

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES DE GESTION

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

LHOSTE, Emmanuelle

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.

Emmanuelle Lhoste

EFASM009 Mémoire de Fin d'Études



Master 60 en sciences de gestion

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

Année académique 2022 -2023

Remerciements

Je tiens à remercier tout le corps professoral de UNamur sans qui ce travail n'aurait pas été possible. Tout particulièrement, je tiens à remercier le professeur Gnabo et Monsieur Debroye pour leur accompagnement et leurs conseils avisés.

Table des matières

1	Introduction	3
2	Revue de la littérature.....	4
2.1	Les déterminants de la croissance économique.....	4
2.2	L'impact de l'éducation sur la croissance économique.....	4
2.3	Les déterminants de la résilience face à une crise	5
3	Présentation des données.....	7
3.1	La variable expliquée.....	7
3.2	Les variables explicatives	7
3.3	Nettoyage de données	8
3.4	Statistiques descriptives.....	8
4	Présentation du modèle/méthode	9
4.1	Modèle économique	9
4.2	Modèle économétrique	10
4.3	Choix de la méthode	11
5	Les résultats.....	12
5.1	Modèle étalon	12
5.2	Méthode du panel à effets fixes.....	12
6	Conclusion	15
	Bibliographie	17
	ANNEXE 1 : Statistiques descriptives	18
	ANNEXE 2 : Régressions MCO	19
	ANNEXE 3 : Régressions panel à effets fixes	21
	ANNEXE 4 : Variable quadratique	25

1 Introduction

La pandémie du COVID-19 a eu un impact significatif sur l'économie mondiale, de nombreux pays ont connu une récession économique et des taux de chômage en très forte hausse. Différents leviers ont été activés par les Etats pour amortir les effets de ce choc, comme l'augmentation des 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. A 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 et à 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 la question suivante : « Quel est l'impact du niveau d'éducation scolaire sur la croissance économique des pays européens face à la crise du 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 au sein de 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.

Ce travail se démarque des autres études par sa volonté de mesurer le niveau d'éducation scolaire dans un premier temps, au moyen des scores pisa (programme international pour le suivi des acquis des élèves de secondaire) établis par l'OCDE. Et, dans un deuxième temps, en remplaçant les scores pisa par le pourcentage de personnes disposant d'un diplôme d'étude supérieure. Le but étant de comparer l'impact respectif de ces deux variables sur la croissance économique des pays concernés. 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 la section 1 qui propose une revue de la littérature. Nous poursuivons avec la section 2 qui présente les données et la méthode d'estimation. Nous procédons dans la section 3 à l'analyse des résultats. Et enfin, dans la section 4 nous concluons.

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). Ce papier liste également les principaux déterminants 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. Cependant, elle est négativement associée à l'inflation et au taux d'intérêt.

En ce qui concerne 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 étude est dans son approche proche de l'article de Barro (2001). Dans celui-ci, l'impact de l'éducation sur la croissance économique représente une part importante de son travail.

L'article de Barro (2001) 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, il 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.

Il 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, l'auteur a analysé les effets de l'éducation sur la croissance économique sur un panel d'environ 100 pays entre 1965 et 1995. Il a utilisé des données concernant les scores des étudiants aux examens internationaux et cela dans diverses matières telles que les sciences, les mathématiques et la lecture. L'étude mesure également la qualité de l'éducation. Bien que le test pisa n'existait pas encore, les tests explicités plus haut suivent le même fonctionnement que ce dernier.

L'article de Hanushek, & Woessmann (2009) s'inspire du travail de recherche de Barro (2001) tout en incorporant les résultats de pisa (2000 à 2009). La conclusion est la même : les résultats suggèrent que la qualité de l'éducation a un impact significatif sur la croissance économique. Il avance également 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).

Benhabib & Spiegel (1994) et Mankiw, Romer & Weil (1992) déclarent également que 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.

A nouveau, dans ce sens, les articles de Sterlacchini (2008) et Agasisti & Bertolotti (2022) convergent. En effet, ceux-ci examinent la relation entre l'enseignement supérieur, la recherche et développement et la croissance économique régionale en Europe. Ce qu'il en ressort c'est que les régions avec un grand nombre d'institutions d'enseignement supérieur ont tendance à avoir une main-d'œuvre plus qualifiée et une croissance économique plus rapide. Les universités sont importantes pour former la main-d'œuvre qualifiée nécessaire à la recherche et au développement et à l'innovation, ainsi que pour mener des activités (de recherche et de développement) qui peuvent être utilisées par les entreprises locales pour innover et améliorer leur compétitivité.

Cependant, la relation entre la recherche et le développement, l'enseignement supérieur et la croissance économique régionale est complexe et dépend des caractéristiques propres à chaque région. La stabilité politique, la bonne gouvernance et l'investissement dans les infrastructures sont également importants pour assurer une croissance économique durable. En outre, les diplômés de l'enseignement supérieur peuvent contribuer à l'innovation des entreprises locales, en particulier pour les petites et moyennes entreprises.

En conclusion, ces papiers suggèrent que l'enseignement supérieur peut jouer un rôle important dans la croissance économique régionale en Europe, mais que la relation est complexe et dépend des caractéristiques propres à chaque région.

2.3 Les déterminants de la résilience face à une crise

Un article important pour notre travail de recherche est celui d'Alessi, Benczur, 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.

Ensuite, le papier de Daly, Buckman, & Seitelman (2020) confirme ces dires grâce à son étude des États-Unis lors de la crise du Covid en 2020. Dans cet article, ils expliquent que le pourcentage lié au chômage était plus élevé chez les personnes possédant les diplômes les plus bas. En ce qui concerne ceux disposant d'un diplôme plus élevé, ils ont également été touchés par la crise Covid mais ont plus vite retrouvé un emploi.

L'article de Gylfason, Holmström, Korkman, Söderström, & Vihriälä, (2010) quant à lui examine la façon dont les économies 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 leur investissement dans l'éducation et la formation.

Ces éléments déterminants 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 révèle 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 seulement le cas pour un pays comme la Chine ou si c'est une constante dans certains cas.

3 Présentation des données

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. 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 science, en mathématique et en lecture. Il est exprimé en point et est borné entre 0 et 1000. Ces données viennent de l'OCDE.
- **Le niveau de formation des adultes (ESUP)** : nombre d'individus ayant un niveau d'étude supérieur. Il est exprimé en pourcentage de la population de la tranche d'âge (25-64 ans). 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.

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 (voir graphique sur l'évolution du PIB en annexe 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 similaires (respectivement 3.75% et 3.94%). Alors que pour 2021, la moyenne et la médiane restent semblables 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).
- **ESUP** : en moyenne, 36.16% des individus de chaque pays ont un niveau supérieur d'enseignement. Cela peut monter à 53.71% pour L'Irlande en 2021 ou à l'inverse, 17.55% pour l'Italie en 2015.
- **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.

¹ Cette 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 le modèle économique nous identifions les variables pertinentes, la forme fonctionnelle et prédisons les signes de la relation entre les variables d'intérêts.² (Gnabo, 2022, p. 61)

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

Figure 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>EMP</i>	<i>Pourcentage</i>	+
<i>DMG</i>	<i>Pourcentage</i>	+

Figure 1: tableau des variables explicatives

Ce modèle peut 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 figure 1) multipliées par des paramètres (β 1 à 7).

- Le premier modèle économique utilisant la variable **PISA** s'écrit de la manière suivante :

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

- Le second utilisant la variable **ESUP** (à la place de **PISA**) s'écrit de la manière suivante :

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

² Gnabo, 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

Le modèle économétrique découle de l'inexactitude des relations économiques suite à l'omission de facteurs, erreurs de mesure et les aléas dans les comportements des individus.³ (Gnabo, 2022, p. 63)

Nous utilisons les données de panel tout comme la plupart des études parcourues. En effet, cela permet de travailler avec plus de données. Les informations récoltées sont relatives aux pays européens et aux années 2015 à 2021.

Du modèle économique, nous créons les modèles économétriques. Nous ajoutons 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.

- Le premier modèle économétrique utilisant la variable **PISA** s'écrit de la manière suivante :

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

- Le deuxième utilisant la variable **ESUP** s'écrit de la manière suivante :

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

³ 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.

4.3 Choix de la méthode

Nous collectons des données concernant 25 pays durant 7 années. Sur base de cet échantillon, nous estimons un modèle linéaire multiple. Cependant, afin de 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 effet fixe 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.

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

- 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
- 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 introduisons la base de données dans le logiciel et à celle-ci, nous ajoutons des variables dummy. De plus, nous incluons des variables d'interactions de sorte à capturer l'effet des variables en question au moment du covid (dt_6 = année 2020).

Pour rappel, l'analyse se base sur deux modèles économétriques distincts (incluant les données **PISA** ou **ESUP**) suivant exactement la même procédure. L'objectif étant de mener une étude comparative concernant l'impact du niveau d'éducation.

5 Les résultats

Dans le but de confirmer le choix de notre méthode, nous procédons à la comparaison d'une analyse à l'aide des moindres carrés ordinaires ainsi qu'en utilisant le panel à effets fixes.

5.1 Modèle étalon

Une première régression (annexe 2/tableau 3) est réalisée en excluant momentanément la variable PISA/ESUP. 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 apparaissent uniquement 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.

Une deuxième régression (annexe 2/tableau 4) est effectuée avec cette fois l'inclusion de la première 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.

Enfin, dans cette troisième régression (annexe 2/tableau 5) incluant la variable ESUP, nous constatons que la constante est significative, il en est de même pour les 3 variables concernant l'emploi, la dette publique et l'inflation. En ce qui concerne leur coefficient, il ne varie que faiblement, tout comme le R^2 qui diminue très peu et atteint 14,83%. Quant au coefficient de la variable ESUP, celui-ci est positif mais son inclusion n'est pas significative. Ce qui signifie à nouveau que nous ne pouvons pas valider l'existence d'une médiation.

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/ESUP.

Comme pour la première méthode utilisée, une première régression (annexe 3/tableau 6) est réalisée en excluant la variable PISA/ESUP. 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 le covid a été le plus impactant, cela va dans le sens de notre intuition quant à son effet sur la croissance.

La variable démocratie a un coefficient négatif élevé et statistiquement significatif. Dans l'article de Chirwa & Odhiambo (2016), 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 fortement positive et statistiquement significative aux seuils de 10% et 5%. Nous pouvons constater que les autres coefficients statistiquement significatifs sont négatifs.

Dans cette méthode, le R^2 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.

Une deuxième régression (annexe 3/tableau 7) est faite avec l'ajout de la variable PISA. 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 précédente le sont toujours. Leur coefficient ne varie que faiblement tout comme le R^2 , celui-ci passe de 78,82 à 78,87%.

A nouveau, une troisième régression (annexe 3/tableau 8) est effectuée incluant la variable ESUP et excluant la variable PISA. Nous observons également que le coefficient de la variable ESUP est positif mais statistiquement non significatif (similaire à la régression précédente). Tout comme la première régression, la variable démocratie et la constante restent significatives et le signe de leur coefficient demeure inchangé. Quant au R^2 , il augmente à 78.89%.

De manière générale, le niveau d'éducation ne semble donc pas avoir d'impact sur la croissance. Pour cibler un peu mieux l'année où le covid est arrivé (représenté par la variable dt_6), nous avons effectué quatre régressions supplémentaires. D'une part, on fait interagir cette année avec la variable covid et d'autre part, l'interaction de dt_6 se fait avec la variable représentant le niveau d'éducation.

En ce qui concerne l'interaction avec la variable covid, dans les deux régressions (annexe 3/tableau 9-10) réalisées, le coefficient des variables PISA et ESUP sont négatifs mais statistiquement non significatifs. Les pays fortement touchés par le covid en 2020 n'ont donc en moyenne pas d'impact sur la croissance comparé aux pays qui ont été moins touchés. Le coefficient des autres variables ne changent que faiblement.

En revanche, l'interaction avec la variable PISA (annexe3/tableau 11) capture les scores pisa lors de l'année 2020 et a un coefficient positif (0,0814). Il en est de même quant à l'interaction avec la variable ESUP (0.1478). Les deux variables sont statistiquement significatives 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 situent entre 461 et 552 soit une valeur comprise entre 37,53 et 44,93 points de pourcentage.

Pour cette même année, lorsque le nombre d'individus ayant un niveau d'étude supérieur augmente d'un point, la croissance augmente de 14,78 points de base (annexe 3/ tableau 12). Ce qui démontre que la variable ESUP a un impact plus puissant que la variable PISA (8,14 point de base) et donc qu'au plus le niveau d'instruction est élevé au plus la croissance d'un pays croît.

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.

Lors de l'année 2020, le coefficient de dt_6 est négatif (-14.34). Disposer d'un diplôme d'enseignement supérieur permet d'équilibrer cette variable, en effet, le pourcentage de personnes disposant d'un diplôme d'étude supérieur le plus élevé (53.71) augmente la croissance de 29.08 points de pourcentage contre -14.34 points de pourcentage pour dt_6 . Ce qui est compatible avec les lectures scientifiques parcourues au préalable stipulant que ce type de diplôme permet d'être plus résilient face aux crises et cela grâce aux connaissances spécifiques obtenues.

Enfin, pour vérifier si une variable quadratique (annexe 4/ tableau 13) est nécessaire pour expliquer l'interaction de la variable PISA en 2020, nous avons procédé à l'ajout de la variable PISA élevée au carré. Le résultat de cette nouvelle interaction nous donne une variable (Inter_qs_PISA) dont le coefficient est faiblement positif mais n'est pas statistiquement significatif. Nous perdons également la significativité de l'interaction entre la variable PISA et dt_6 . Nous pouvons donc considérer que notre régression linéaire ne requiert pas de cette variable quadratique (il en va de même pour ESUP).

Il est intéressant de noter que 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, c'est pourquoi toutes les interactions ne sont pas étudiées.

6 Conclusion

La finalité de cette étude est de déterminer si l'éducation (capturée par le score pisa et le pourcentage de personnes disposant d'un diplôme d'étude supérieure) exerce une influence sur la résilience économique en période de crise sanitaire et de comparer l'impact des différents niveaux d'éducation.

Ce travail est réalisé dans le but de 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 du 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. Cette étude se distingue par l'utilisation de deux variables représentant l'éducation, par la comparaison de celles-ci et par l'analyse du lien spécifique entre l'éducation et la croissance des pays européens.

Ce rapport 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 est réalisée dans un premier temps en utilisant la méthode des moindres carrés ordinaires (modèle linéaire multiple), qui révèle que la variable Covid-19 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 est examinée et le modèle du panel à effet fixe est appliqué dans un second temps pour prendre en compte les effets non observables. Les résultats montrent que la variable Covid-19 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 niveau d'éducation plus élevé ont tendance à avoir une meilleure résilience économique.

En résumé, au plus le niveau d'éducation est élevé, au plus la croissance d'un pays s'intensifie. En effet, les connaissances détenues dans un cursus supérieur permettent l'obtention d'une main d'œuvre plus qualifiée ce qui engendre une amélioration de la performance économique.

Cependant, de nombreuses variables ne sont statistiquement pas significatives, ce qui peut s'expliquer par l'ajout de la variable Covid-19, 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.

Pour terminer, il faut également être vigilant dans le choix des méthodes, car les résultats des études économétriques peuvent être sensibles à celles-ci lors de l'estimation des paramètres. Ce qui signifie que des changements mineurs dans les modèles peuvent conduire à des résultats différents.

Bibliographie

- Agasisti, T., & Bertolotti, A. (2020). Enseignement supérieur et croissance économique: une étude longitudinale des régions européennes 2000-2017. *Revue d'économie industrielle*, (169), 151-184.
- 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.
- Fan, S., & Rao, N. (2003). Public spending in developing countries: trends, determination, and impact: Environment and Production Technology Division. *IFPRI, Washington DC*.
- 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.
- Sterlacchini, A. (2016). R&D, enseignement supérieur et croissance régionale: des liens inégaux entre régions européennes. *Revue d'économie régionale & urbaine*, (2), 241-262.
- 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

	Moyenne	Médiane	E.T.	Min	Max
PIB	2,240	2,320	3,977	-11,33	24,37
DMG	0,3255	0,3309	0,6447	-1,877	2,487
DP	71,01	61,23	40,88	8,204	212,4
DMC	8,177	8,010	0,8544	6,500	9,930
COV	2,252	0,0000	4,319	0,0000	20,15
INF	1,401	1,200	1,296	-1,300	5,200
PISA	497,3	497,2	16,51	461,2	552,7
EMP	69,67	70,48	6,328	50,70	80,47

Tableau 1: récapitulatif des statistiques descriptives avec la variable PISA

Tableau 2

	Moyenne	Médiane	E.T.	Min	Max
PIB	2,240	2,320	3,977	-11,33	24,37
DMG	0,3255	0,3309	0,6447	-1,877	2,487
DP	71,01	61,23	40,88	8,204	212,4
DMC	8,177	8,010	0,8544	6,500	9,930
COV	2,252	0,0000	4,319	0,0000	20,15
INF	1,401	1,200	1,296	-1,300	5,200
EMP	69,67	70,48	6,328	50,70	80,47
ESUP	36,16	37,38	8,308	17,55	53,71

Tableau 2: récapitulatif des statistiques descriptives avec la variable ESUP

Graphique évolutif 1

Evolution de la croissance du PIB

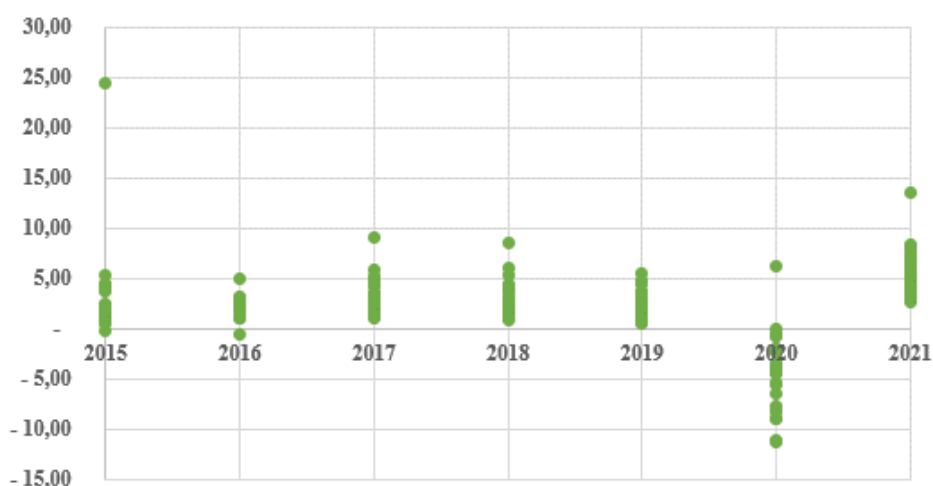


Figure 2: graphique sur l'évolution de la croissance du PIB des pays étudiés entre 2015 et 2021

ANNEXE 2 : Régressions MCO

Tableau 3

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

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
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		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 4 (DMG)

Tableau 3: MCO sans les variables PISA/ESUP

Tableau 4

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

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	7,47685	10,0314	0,7453	0,4572	
DMG	0,201343	0,611133	0,3295	0,7422	
COV	0,103125	0,0742735	1,388	0,1670	
DMC	0,285281	0,501310	0,5691	0,5701	
DP	-0,0344598	0,0111686	-3,085	0,0024	***
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 PISA

Tableau 5

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

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	15,8333	5,67251	2,791	0,0059	***
DMG	0,152672	0,627747	0,2432	0,8082	
DP	-0,0347200	0,0113486	-3,059	0,0026	***
DMC	0,333792	0,544771	0,6127	0,5409	
COV	0,0982288	0,0783240	1,254	0,2116	
INF	0,810270	0,273048	2,968	0,0035	***
EMP	-0,222777	0,0774260	-2,877	0,0046	***
ESUP	0,00714477	0,0488186	0,1464	0,8838	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.	3,977470		
Somme carrés résidus	2223,279	Éc. type régression	3,751185		
R2	0,148281	R2 ajusté	0,110547		
F(7, 158)	3,929601	P. critique (F)	0,000558		
Log de vraisemblance	-450,9081	Critère d'Akaike	917,8162		
Critère de Schwarz	942,7121	Hannan-Quinn	927,9216		
rho	-0,054729	Durbin-Watson	1,702448		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 10 (ESUP)

Tableau 5: MCO avec la variable ESUP

ANNEXE 3 : Régressions panel à effets fixes

Tableau 6

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40,8001	19,2378	2,121	0,0359	**
DMG	-0,544614	0,713029	-0,7638	0,4464	
COV	-0,128630	0,114917	-1,119	0,2651	
DMC	-5,97874	1,72187	-3,472	0,0007	***
DP	-0,0444578	0,0409484	-1,086	0,2796	
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	2,69e-012	***
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		

Tableau 6: panel à effets fixes sans la variable PISA/ESUP

Tableau 7

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	32,3508	24,4963	1,321	0,1890	
DMG	-0,541706	0,714954	-0,7577	0,4500	
COV	-0,126490	0,115287	-1,097	0,2746	
DMC	-5,89719	1,73261	-3,404	0,0009	***
DP	-0,0534354	0,0440811	-1,212	0,2277	
INF	-0,344746	0,266074	-1,296	0,1974	
EMP	0,189002	0,241884	0,7814	0,4360	
PISA	0,0227695	0,0406909	0,5596	0,5767	
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	1,74e-011	***
dt_7	2,88981	1,76155	1,640	0,1034	
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		

Tableau 7: panel à effets fixes avec la variable PISA

Tableau 8

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	37,8533	19,7353	1,918	0,0573	*
DMG	-0,546509	0,714462	-0,7649	0,4457	
DP	-0,0400686	0,0415116	-0,9652	0,3362	
DMC	-5,98573	1,72535	-3,469	0,0007	***
COV	-0,154939	0,121186	-1,279	0,2034	
INF	-0,339341	0,266217	-1,275	0,2047	
ESUP	0,107649	0,154581	0,6964	0,4874	
EMP	0,218819	0,229999	0,9514	0,3432	
dt_7	2,41466	1,81889	1,328	0,1867	
dt_6	-8,69717	1,23755	-7,028	1,11e-010	***
dt_5	-2,42392	1,12447	-2,156	0,0330	**
dt_4	-1,78202	0,998313	-1,785	0,0766	*
dt_3	-1,06739	0,848475	-1,258	0,2107	
dt_2	-1,74494	0,691900	-2,522	0,0129	**
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.	3,977470		
Somme carrés résidus	550,8688	Éc. type régression	2,074527		
R2 within	0,788967	R2 intra	0,726796		
F(37, 128) - LSDV	12,93352	P. critique (F)	2,69e-28		
Log de vraisemblance	-335,1030	Critère d'Akaike	746,2061		
Critère de Schwarz	864,4616	Hannan-Quinn	794,2068		
rho	-0,331738	Durbin-Watson	2,046610		

Tableau 8: panel à effets fixes avec la variable ESUP

Tableau 9

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	35,1129	24,5645	1,429	0,1553	
DMG	-0,469067	0,716345	-0,6548	0,5138	
COV	-0,0753305	0,122800	-0,6134	0,5407	
DMC	-6,11209	1,73905	-3,515	0,0006	***
DP	-0,0569895	0,0441080	-1,292	0,1987	
INF	-0,311852	0,267053	-1,168	0,2451	
EMP	0,197771	0,241592	0,8186	0,4145	
PISA	0,0200165	0,0406883	0,4919	0,6236	
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	2,08e-06	***
dt_7	2,21184	1,84787	1,197	0,2335	
Inter_COV	-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		

Tableau 9: panel à effets fixes avec la variable Inter_COV (PISA)

Tableau 10

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	39,7451	19,7623	2,011	0,0464	**
DMG	-0,472816	0,715794	-0,6605	0,5101	
DP	-0,0449510	0,0416344	-1,080	0,2823	
DMC	-6,19217	1,73073	-3,578	0,0005	***
COV	-0,101867	0,128708	-0,7915	0,4301	
INF	-0,305676	0,267200	-1,144	0,2548	
ESUP	0,102656	0,154361	0,6650	0,5072	
EMP	0,223034	0,229616	0,9713	0,3332	
dt_7	1,76224	1,89434	0,9303	0,3540	
dt_6	-7,57932	1,54375	-4,910	2,75e-06	***
dt_5	-2,49813	1,12414	-2,222	0,0280	**
dt_4	-1,86086	0,998669	-1,863	0,0647	*
dt_3	-1,13450	0,848783	-1,337	0,1837	
dt_2	-1,75954	0,690771	-2,547	0,0121	**
Inter_COV	-0,346890	0,287287	-1,207	0,2295	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.	3,977470		
Somme carrés résidus	544,6165	Éc. type régression	2,070826		
R2 within	0,791362	R2 intra	0,729897		
F(38, 127) - LSDV	12,67659	P. critique (F)	5,00e-28		
Log de vraisemblance	-334,1556	Critère d'Akaike	746,3112		
Critère de Schwarz	867,6787	Hannan-Quinn	795,5751		
rho	-0,341798	Durbin-Watson	2,040564		

Tableau 10: panel à effets fixes avec la variable Inter_COV (ESUP)

Tableau 11

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	34,6282	24,0301	1,441	0,1520	
DMG	-0,327483	0,706094	-0,4638	0,6436	
COV	-0,102500	0,113421	-0,9037	0,3679	
DMC	-6,31494	1,70667	-3,700	0,0003	***
DP	-0,0352462	0,0438232	-0,8043	0,4227	
INF	-0,327222	0,260916	-1,254	0,2121	
EMP	0,134350	0,238121	0,5642	0,5736	
PISA	0,0297241	0,0399851	0,7434	0,4586	
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	
Inter_PISA	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		

Tableau 11: panel à effets fixes avec la variable Inter_PISA

Tableau 12

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	35,4322	19,3368	1,832	0,0692	*
DMG	-0,418994	0,700956	-0,5977	0,5511	
DP	-0,0200195	0,0413632	-0,4840	0,6292	
DMC	-5,88839	1,68893	-3,486	0,0007	***
COV	-0,123637	0,119219	-1,037	0,3017	
INF	-0,170706	0,268620	-0,6355	0,5263	
EMP	0,260671	0,225674	1,155	0,2502	
dt_7	1,94614	1,78931	1,088	0,2788	
dt_6	-14,3373	2,50076	-5,733	6,81e-08	***
dt_5	-2,38740	1,10055	-2,169	0,0319	**
dt_4	-1,87715	0,977697	-1,920	0,0571	*
dt_3	-1,21079	0,832222	-1,455	0,1482	
dt_2	-1,77252	0,677213	-2,617	0,0099	***
Inter_ESUP	0,147832	0,0573464	2,578	0,0111	**
ESUP	0,0257938	0,154578	0,1669	0,8677	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.	3,977470		
Somme carrés résidus	523,4772	Éc. type régression	2,030238		
R2 within	0,799460	R2 intra	0,740381		
F(38, 127) - LSDV	13,32346	P. critique (F)	4,84e-29		
Log de vraisemblance	-330,8698	Critère d'Akaike	739,7395		
Critère de Schwarz	861,1071	Hannan-Quinn	789,0034		
rho	-0,352088	Durbin-Watson	2,079134		

Tableau 12: panel à effets fixes avec la variable Inter_ESUP

ANNEXE 4 : Variable quadratique

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	83,3179	316,918	0,2629	0,7931	
DMG	-0,232774	0,713436	-0,3263	0,7448	
DP	-0,0430474	0,0465034	-0,9257	0,3564	
DMC	-6,01233	1,70343	-3,530	0,0006	***
COV	-0,192346	0,126270	-1,523	0,1303	
INF	-0,323560	0,270463	-1,196	0,2339	
PISA	-0,201900	1,28380	-0,1573	0,8753	
ESUP	0,0573555	0,159137	0,3604	0,7192	
DPED	1,12350	0,507315	2,215	0,0286	**
EMP	0,180793	0,245381	0,7368	0,4627	
dt_2	-1,59075	0,680522	-2,338	0,0210	**
dt_3	-0,730884	0,858834	-0,8510	0,3964	
dt_4	-1,21019	1,02037	-1,186	0,2379	
dt_5	-1,76349	1,15210	-1,531	0,1284	
dt_6	95,7100	389,010	0,2460	0,8061	
dt_7	3,41588	1,94641	1,755	0,0818	*
Inter_PISA	-0,483825	1,54523	-0,3131	0,7547	
sq_PISA	0,000215921	0,00128810	0,1676	0,8672	
Inter_qs_PISA	0,000553630	0,00153471	0,3607	0,7189	
Moyenne var. dép.	2,240181	Éc. type var. dép.	3,977470		
Somme carrés résidus	504,1156	Éc. type régression	2,024476		
R2 within	0,806878	R2 intra	0,749983		
F(42, 123) - LSDV	12,23577	P. critique (F)	9,59e-28		
Log de vraisemblance	-327,7417	Critère d'Akaike	741,4834		
Critère de Schwarz	875,2988	Hannan-Quinn	795,8000		
rho	-0,286188	Durbin-Watson	1,986666		

Tableau 13: variable quadratique