

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES DE GESTION

Quel est l'impact du confinement covid-19 sur la qualité de l'air au niveau international ?

CULOT, Charlotte

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

Quel est l'impact du confinement covid-19 sur la qualité de l'air au niveau international ?

CULOT Charlotte

Titulaire : Professeur Jean-Yves Gnabo

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

Table des matières

Introduction	4
Revue littérature	5
Présentation des données	6
Présentation du modèle	6
CO ₂ augmente de plus en plus dans l'air.	7
Plus la croissance du revenu d'un pays est élevée, plus la croissance de la pollution environnementale est élevée.	7
Les pays industrialisés produisent plus de CO ₂ .	7
L'augmentation de la population urbaine accroît également l'intensité énergétique	7
Taille de la population	8
Le confinement	8
Présentation de la méthode	11
Résultats	11
Matrice de corrélation (Test 19 et 20)	11
Constante	12
Variable covid	12
Variables économiques	12
Significativité	13
Par rapport à la Belgique	15
Présentation du modèle et de la méthode	15
Résultats	15
Ce qu'on peut en conclure	18
Conclusion	19
Bibliographie	21
Article	21
Site internet	21
Annexes	22
TABLEAU 1 Liste des pays	22
TABLEAU 2 Description des variables « économiques »	22
TABLEAU 3 Description des variables « covid »	23
Test 1 : School closures - MCO	26
Test 2 : School closures - Effet Fixe	26

Test 3 : Workplace closures - MCO	27
Test 4 : Workplace closures - Effet Fixe	27
Test 5 : Public events cancellation - MCO	28
Test 6 : Public events cancellation - Effet Fixe	28
Test 7 : Restriction gatherings - MCO	29
Test 8 : Restriction gatherings - Effet Fixe	29
Test 9 : Stay at home requirements - MCO	30
Test 10 : Stay at home requirements - Effet Fixe	30
Test 11 : Public transports closures – MCO	31
Test 12 : Public transports closures - Effet Fixe	31
Test 13 : Internal movements restrictions - MCO	32
Test 14 : Internal movements restrictions - Effet Fixe	32
Test 15 : International travel controls - MCO	33
Test 16 : International travel controls – Effet Fixe	33
Test 17 : Public information campaigns - MCO	34
Test 18 : Public information campaigns – Effet Fixe	34
Graphique 1 : Nuage de Point CO2 >< PIB	35
Test 19 : Matrice de Corrélacion CO2 >< PIB	36
Test 20 : Matrice de corrélation entre toutes les variables	36
Test 21 : School closures – MCO (PIB quadratique)	37
Test 22 : School closures – MCO (PIB cubique)	37
Test 23: Workplace closures - MCO (PIB quadratique)	38
Test 24: Workplace closures - MCO (PIB cubique)	38
Test 25 : Public events cancellation – MCO (PIB quadratique)	39
Test 26: Public events cancellation – MCO (PIB Cubique)	39
Test 27 : Restriction gatherings – MCO (PIB quadratique)	39
Test 28 : Restriction gatherings – MCO (PIB cubique)	40
Test 29: Stay at home requirements – MCO (PIB quadratique)	40
Test 30: Stay at home requirements – MCO (PIB cubique)	40
Test 31 : Public transports closures – MCO (PIB quadratique)	41
Test 32 : Public transports closures – MCO (PIB cubique)	41
Test 33 : Internal movements restrictions – MCO (PIB quadratique)	41
Test 34: Internal movements restrictions – MCO (PIB cubique)	42
Test 35: International travel controls - MCO (PIB quadratique)	42
Test 36: International travel controls - MCO (PIB cubique)	42

Test 37: Public information campaigns - MCO (PIB quadratique) _____ 43

Test 38: Public information campaigns – MCO (PIB cubique) _____ 43

Introduction

Le confinement pour le COVID-19 est une mesure de santé publique mise en place pour limiter la propagation du virus SARS-CoV-2. Cette mesure a été appliquée dans plusieurs pays à travers le monde à partir de début 2020 lorsque le virus a commencé à se propager rapidement. Le principe du confinement consiste à restreindre les déplacements et les interactions sociales des individus pour réduire le nombre de contacts entre les personnes et, par conséquent, diminuer la transmission du virus. Durant le confinement, les gouvernements ont demandé généralement à la population de rester à la maison, sauf pour les besoins essentiels tels que l'achat de nourriture, les soins médicaux ou le travail lorsque le télétravail n'est pas possible. L'épidémie de Covid-19 et les mesures prises pour lutter contre celle-ci, y compris les fermetures d'installations industrielles, ont engendré de sérieuses répercussions économiques, provoquant un déclin considérable de l'activité économique¹. Par exemple en Belgique, le chiffre d'affaires des entreprises assujetties à la TVA a baissé de 10,3% en 2020 en comparaison à l'année précédente. Malgré tout, cet événement particulier a eu un impact positif sur le niveau de CO₂ (l'OCDE, 2021). Comme illustré par les accords de Paris sur le climat, il existe aujourd'hui un fort consensus pour que nos économies réduisent leur empreinte carbone.

L'un des accords internationaux les plus importants qui a pour but de réduire la pollution de l'environnement a été la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, adoptée lors du Sommet de la Terre de Rio en 1992. En 1997, le protocole de Kyoto a également instauré des objectifs de réduction des émissions contraignants pour les pays développés. Depuis l'accord de Paris, en 2015, qui se concentre sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et qui cherche à maintenir la croissance de la température mondiale en dessous de 2 °C, le changement climatique est à nouveau une priorité pour les politiques. Des institutions telles que l'Agence européenne pour l'environnement ont été créées pour attirer l'attention des chercheurs et des décideurs sur les préoccupations environnementales mondiales. Le CO₂, un composant majeur des gaz à effet de serre, est considéré comme l'une des causes les plus importantes de l'augmentation du réchauffement de la planète et du changement climatique. Selon le GIEC, l'influence du CO₂ sur le réchauffement climatique devrait se poursuivre à l'avenir².

Ce document a pour objectif de fournir une évaluation numérique des effets du confinement sur l'environnement. Des études ont déjà été réalisées afin de voir quels déterminants impactent le plus l'environnement. Lors des anciennes récessions, une baisse du CO₂ a été aperçue due, notamment, à un ralentissement de la production surtout dans les pays industrialisés (Karpestam 2013). En effet, lors des différents chocs pétroliers, une diminution d'environ 3 % du produit intérieur brut (PIB) pour l'économie française a été constatée (lafinancepourtous 2022). Ou encore une baisse de 7 à 8% des pressions environnementales liées à la consommation d'énergie a été également constatée par l'OCDE (2021) lors du confinement de 2020. Malheureusement, pour la plupart de ses événements à court terme, cela n'aura pas d'impact à long terme sur l'environnement car les activités reprennent. Les politiques environnementales auront de meilleurs résultats à long terme concernant la baisse du CO₂ (Dellink, Arriola, Bibas, Lanzi et van Tongeren, 2021).

Pour notre modèle, nous nous sommes inspirés des études déjà faites sur les déterminants du CO₂ (par exemple Máté Balogh, Jámbor et Andersson, Karpestam, 2013). Nous utilisons un modèle de données de panel à effet fixes. L'objectif d'utiliser un modèle à panel à effets fixes est d'analyser l'impact des variables indépendantes sur une variable dépendante en tenant compte des effets inobservables

¹ <https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/coronavirus/impact-economique-du>

² <https://www.lavenir.net/actu/monde/2021/08/09/rapport-du-giec-le-rechauffement-climatique-est-du-sans-equivoque-a-linfluence-humaine-YIALSRMQ4BEGLECT6SRFWFRNRVY/>

spécifiques à chaque individu ou groupe d'individus. Ce type de modèle est particulièrement utile lorsqu'on travaille avec des données longitudinales (données de panel), qui incluent des observations répétées pour les mêmes individus ou groupes au fil du temps.

Nous avons un échantillon de 148 pays afin que ça soit représentatif de l'ensemble du monde. Cet article vise à établir un lien entre la pollution de l'air (le CO²) et le PIB/HAB, la taille de la population du pays, l'industrialisation, l'urbanisation et le confinement.

L'article est organisé comme suit : section 2 un résumé de la littérature, section 3 la présentation de notre modèle, section 4 présentation des données, section 5 présentation des résultats, section 6 par rapport à la Belgique avec des recommandations et pour finir, une conclusion.

Revue littérature

De nombreux auteurs se sont penchés sur l'impact du confinement sur l'environnement. Notamment l'OCDE (2021) constate que les pressions sur l'environnement liées à la consommation d'énergie ont connu un recul en 2020 de 7 à 8 % à cause du confinement. Les activités économiques reprennent, ce qui provoque une réaugmentation des émissions se rapprochant progressivement des niveaux de projection de référence pré-COVID. Malgré tout, l'OCDE montre qu'il y aura quand même un léger impact à long terme : une baisse de 1 à 3% des niveaux de pression environnementale est attendue dans les années à venir. L'article de Climate Wise met l'accent sur les effets positifs mais également négatifs. Durant cette période, nous avons été restreints de se déplacer, de voyager, ce qui a provoqué une diminution des émissions dans le monde entier. Une enquête menée par Nature Climate Change (2020) indique une augmentation significative de l'achat d'aliments locaux et biologiques, et une diminution de la consommation de viande, tous deux favorables à la diminution des émissions de CO₂. Malheureusement, l'augmentation des EPI (« tout équipement destiné à être porté ou tenu par le travailleur en vue de le protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa sécurité ou sa santé au travail, ainsi que tout complément ou accessoire destiné à cet objectif »³) a généré une grande quantité de déchets. Un masque chirurgical met jusqu'à 450 ans à se dégrader (Idowu, Olalemi, Aiyesanmi, 2023). Donc de manière générale, les scientifiques ont remarqué une amélioration des émissions mais il existe bel et bien des effets négatifs qui entraîneront des conséquences à long terme.

L'article de Cheval, Adamescu, Georgiadis, Herrnegger, Piticar et Legates (2020) est optimiste pour l'avenir. Nous devons tenir compte des leçons tirées concernant la protection environnementale due aux restrictions du gouvernement durant le confinement. En effet, l'impact du confinement sur le travail à distance mérite une attention particulière. Beaucoup d'entreprises ont été contraintes de permettre le télétravail à leurs employés, ce qui a entraîné une baisse considérable des émissions de CO₂ liées aux déplacements domicile-travail. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), la généralisation du télétravail pourrait réduire les émissions de CO₂ de plusieurs millions de tonnes par an. Nous continuons, pour la plupart, à adhérer à ces changements.

À l'intersection de ces différentes littératures citées plus haut, un certain nombre d'articles ont étudié les déterminants du CO₂. Andersson, Karpestam (2013) prouve qu'il existe une différence entre les déterminants à court et à long terme des émissions. En effet, à court terme, lors des récessions sévères, des réductions temporaires des émissions peuvent se produire et cela n'aura pas d'impact à long terme. Le prix réel du pétrole, par exemple, affecte à la fois l'intensité énergétique et l'intensité en carbone, ce qui suggère qu'un prix mondial du carbone pourrait être utilisé pour réduire les émissions de CO₂. En

³<https://emploi.belgique.be/fr/themes/bien-etre-au-travail/protection-collective-et-individuelle/equipements-de-protection>

effet, avec le choc pétrolier de 1975 à 1999, cela a entraîné une baisse significative des émissions (Friedl, Getzner, 2003). En ce qui concerne à long terme, les politiques ont plus d'effet. Donc les politiques environnementales semblent être le plus appropriées pour réduire le CO₂ pour une économie ouverte pour le long terme. La pandémie de COVID-19 et les confinements qui en ont résulté ont montré la nécessité d'une transition vers une économie plus verte et plus durable. Des chercheurs comme Peters (2020) plaident pour l'intégration de politiques environnementales ambitieuses dans les plans de relance économique post-COVID, en insistant sur le fait que ces plans représentent une opportunité unique de changer radicalement le cours de nos économies vers des trajectoires à faible émission de carbone.

De plus, les premières études de Shafik et Bandyopadhyay en 1992 et de Shafik en 1994 ont confirmé l'existence d'une relation linéaire entre les émissions de CO₂ et le PIB par habitant. Cependant, il est possible de dissocier la croissance des émissions de carbone de la croissance économique si ces émissions diminuent en tant que sous-produit d'autres activités de réduction ou si les réglementations environnementales s'améliorent avec l'augmentation du revenu par habitant. Des recherches ont également identifié une forme quadratique, suivie par des spécifications en forme de N cubique pour l'Autriche, telle que celles proposées par Galeotti et Lanza (1999), De Bruyn et al. (1998), Heil et Selden (2001), et Holtz-Eakin et Selden (1995). Ensuite, les résultats empiriques de Kangyin Dong, Xiucheng Dong et Cong Dong (2019) montrent que la taille de la population, la croissance économique, l'intensité énergétique et l'énergie non renouvelable influencent positivement et significativement les niveaux d'émissions au niveau mondial et régional.

Selon de nombreux auteurs, l'infrastructure industrielle joue également un rôle crucial dans le volume d'émissions de dioxyde de carbone (Adom, 2012 ; Zhu, 2014 ; Mi, 2015). Il a été démontré que le passage d'une structure industrielle axée sur des secteurs à haute consommation d'énergie à des secteurs moins gourmands en énergie peut aboutir à une diminution des émissions de CO₂ à un coût économiquement viable (Zhu, 2014).

Avec notre étude, nous souhaitons prouver que, effectivement, le confinement, qui est un évènement à court terme, a eu un impact sur le niveau de CO₂.

Présentation des données

Afin de capturer l'impact du confinement sur les émissions de CO₂, un ensemble de données de panel de 148 pays entre 2000 à 2021 est utilisé pour cette étude économétrique. Les 148 pays se répartissent comme suit à travers le monde : 15 pays dans l'Amérique du Nord, 37 pays en Europe, 40 pays en Asie, 13 en Amérique du Sud, 3 en Océanie, et pour finir 40 pays en Afrique. Les pays pris pour notre étude sont détaillés dans le tableau 1.

La liste des pays répertoriés dans notre étude se trouve à l'annexe « **Tableau 1 : Liste des pays** ».

Conformément à Máté Balogh, Jámbor (2017), Kangyin Dong, Xiucheng Dong et Cong Dong (2019) et Andersson et Karpestam (2013), les variables sélectionnées pour notre étude sont les émissions de CO₂ (en tonnes par habitant), PIB/Hab (en dollar), l'urbanisation (en % de la population totale), industrie (% du PIB), la taille de la population (nombre) et pour finir les différents niveaux de restriction durant le confinement. Les données sur les variables proviennent principalement de la Banque mondiale. Dans le tableau 2 se trouvent des descriptions détaillées des variables et leurs sources. Ensuite, dans le tableau 3 on peut y retrouver des explications concernant les variables covid. Ces deux tableaux se trouvent en annexe.

Présentation du modèle

Pour rappel, nous voulons créer un modèle afin de mesurer l'impact du confinement sur le niveau de CO₂ dans le monde. L'objet de ce mémoire est l'analyse des données de panel portant sur 148 pays de

6 continents du monde (voir l'annexe). L'Antarctique, qui ne possède pas de population humaine permanente et ne consomme pas d'énergie, a été exclu de l'étude. Les 148 pays choisis représentent un échantillon représentatif de l'ensemble du monde, soit 80% du total des pays, pour une période s'étendant de 2000 à 2021.

En se basant sur la littérature empirique mentionnée précédemment, les six variables suivantes vont être testées :

CO₂ augmente de plus en plus dans l'air.

Selon le service public fédéral belge, la concentration en CO₂ a augmenté de plus de 45%⁴ depuis 1750. Le CO₂ est le principal gaz responsable de l'effet de serre, représentant plus de 50% de l'ensemble des gaz à effet de serre. Durant la crise de 2008 et en 2020, une baisse du CO₂ mondiale a été observée (graphique 1)⁵.

Plus la croissance du revenu d'un pays est élevée, plus la croissance de la pollution environnementale est élevée.

Il est nécessaire d'utiliser une relation quadratique entre le PIB réel par habitant et les émissions de CO₂ par habitant pour comprendre leur relation, comme l'a indiqué Ang (2007). La croissance des revenus est mesurée par la croissance du PIB, tandis que la pollution de l'environnement est mesurée par les émissions de CO₂ par habitant en kilotonnes. Les données ont été recueillies à partir de la base de données des Indicateurs du développement mondial de la Banque mondiale, et une corrélation positive est attendue. Compte tenu de la forme en U de la courbe EKC (Kuznets), le terme au carré du PIB devrait être négatif.

La courbe de Kuznets environnementale est connue pour mesurer la relation en forme de U inversé entre les émissions et le PIB par habitant.

Les pays industrialisés produisent plus de CO₂.

Depuis la révolution industrielle, l'activité humaine a considérablement contribué au changement climatique en libérant dans l'atmosphère du CO₂ et d'autres gaz. Cette augmentation des gaz à effet de serre a entraîné une hausse de la température à la surface de la Terre, dégradant l'environnement écologique et aggravant le réchauffement climatique, comme le souligne une étude d'Adom et al. (2012) et l'Agence de protection de l'environnement américain en 2017. Les émissions de dioxyde de carbone ont augmenté de près de 40 % par rapport à l'époque précédant la révolution industrielle (Máté Balogh, Jámbor, 2017).

L'augmentation de la population urbaine accroît également l'intensité énergétique

Afin de répondre aux besoins d'une population urbaine, des méthodes de production nécessitant une plus grande quantité d'énergie sont requises. En outre, une population urbaine croissante est liée à une augmentation de la demande énergétique, notamment pour le transport, comme le souligne Jones (1991). Ces deux facteurs sont ainsi étroitement liés à une intensité énergétique accrue.

De plus, selon l'étude de Andersson et Karpestam (2013), chaque augmentation d'un point de pourcentage de la population urbaine entraîne une augmentation de 1,142 % des émissions. Bien que

⁴ <https://climat.be/changements-climatiques/causes/gaz-a-effet-de-serre>

⁵ <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

la plupart des économies développées aient déjà une population urbaine comprise entre 70 % et 90 %, certains pays tels que la Chine et l'Inde ont des taux d'urbanisation respectifs de 44 % et 30 %. Cela suggère que leurs émissions sont susceptibles d'augmenter à mesure qu'ils continuent de se développer. Si les taux d'urbanisation de la Chine et de l'Inde atteignent les niveaux observés dans les pays développés, leurs émissions augmenteront de 40 % à 50 % en raison de ce seul facteur.

Taille de la population

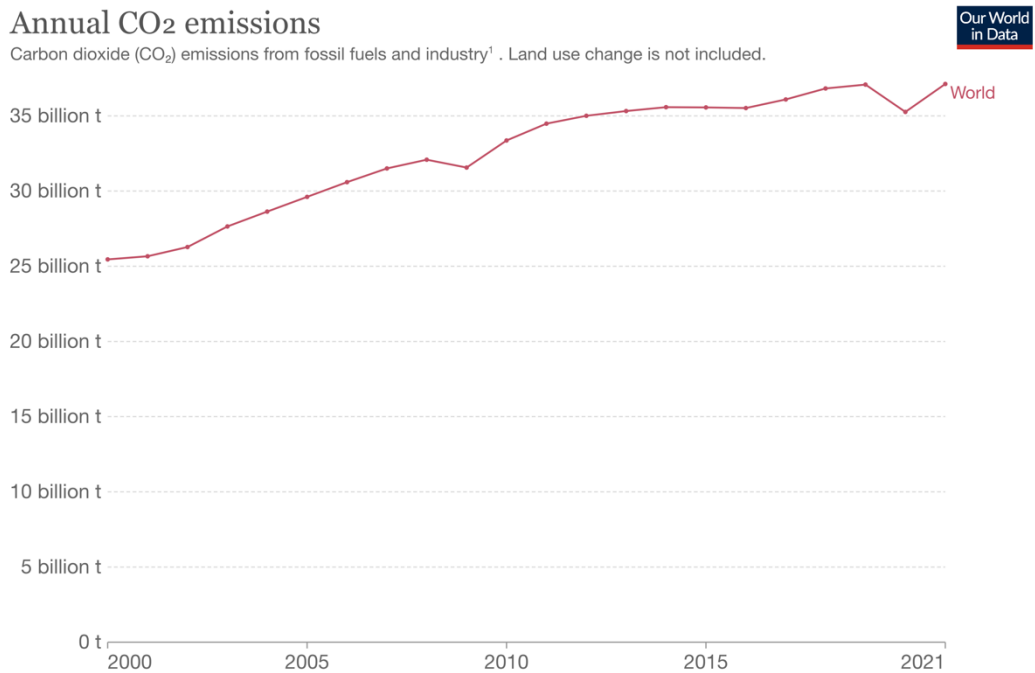
Selon l'étude empirique de Kangyin Dong, Xiucheng Dong et Cong Dong (2019), pour réduire efficacement les émissions de CO₂ au niveau mondial et régional, il est crucial pour chaque région de promouvoir la transition économique et de maîtriser la croissance de la population, car ce sont les principaux facteurs de l'augmentation des émissions de CO₂. En d'autres termes, la croissance économique et la croissance démographique sont les principaux moteurs de l'augmentation des émissions de CO₂, et il est important de les gérer pour atteindre des objectifs de réduction des émissions de CO₂.

Le confinement

Des événements passés de court terme, comme le choc pétrolier dans les années 70, ont considérablement diminué les émissions de CO₂. (Andersson, Karpestam 2013). Malheureusement, cela n'a pas eu d'impact sur le long terme et le niveau des émissions est revenu à la normale. Concernant le confinement, l'OCDE a pu constater une baisse des émissions durant ce phénomène exceptionnel. Le niveau a également bien remonté mais il espère une légère amélioration pour les années à venir.

Concernant notre régression, nous nous sommes basés sur plusieurs études qui ont pour but d'expliquer le CO₂ notamment ceux de Máté Balogh, Attila Jámbor, (2017) et Andersson, Karpestam, (2013). Nous avons regroupé les pays dans un modèle de données de panel à effet fixes. Cela permet de contrôler les variables inobservables spécifiques à chaque individu ou groupe, qui peuvent être constantes au fil du temps mais varier entre les individus. Ces variables inobservables peuvent inclure des caractéristiques personnelles, culturelles ou institutionnelles qui influencent la relation entre les variables indépendantes et dépendantes. En contrôlant ces effets inobservables, le modèle à effets fixes réduit les problèmes de biais et d'omission de variables, améliorant ainsi la précision et la validité des estimations des relations causales.

Graphique 1 : Évolution du CO₂ dans le monde de 2000 à 2021



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2023) OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

TABLEAU 4 : Signe attendu des variables

Variable	Signe attendu	Source
Population urbaine	+	N.G. Andersson et Karpestam (2013)
Pays industrialisés	+	Máté Balogh, Jámbor (2017)
Ln Taille de la population	+	Kangyin Dong, Xiucheng Dong et Cong Dong (2019)
Ln PIB ²	-	Máté Balogh, Jámbor (2017)

Les variables sont transformées en forme logarithmique afin de réduire l'hétéroscédasticité excepté les variables URBAN, INDUSTRIE et COVID.

La version logarithmique de notre modèle MCO est celui-ci :

Équation (1)

$$\ln CO2_{it} = \alpha + \beta 1 \ln (PIB_{it}) + \beta 2 (\ln PIB_{it})^2 + \beta 3 URBAN_{it} + \beta 4 INDUSTRIE_{it} + \beta 5 \ln POP_{it} + \beta 6 COVID_{it} + \varepsilon$$

TABLEAU 5 : Dénomination des variables

Variable	Dénomination
i	Le pays
t	Le temps
lnCO ₂	L'émission de CO ₂ par habitant en tant que variable dépendante, représentant le niveau de pollution atmosphérique.
URBAN	La population urbaine (% de la population totale)
INDUSTRIE	% du PIB
lnPOP	Taille de la population
COVID	Le niveau du confinement dans le pays

Nous utilisons également le modèle à effet fixe. Dans ce style de modèle, chaque pays aura sa propre constante. L'équation est donc :

Équation (2)

$$\ln CO2_{it} = \alpha_i + \beta 1 \ln (PIB_{it}) + \beta 2 (\ln PIB_{it})^2 + \beta 3 URBAN_{it} + \beta 4 INDUSTRIE_{it} + \beta 5 \ln POP_{it} + \beta 6 COVID_{it} + \varepsilon_{it}$$

TABLEAU 6 : Dénomination des variables pour l'équation 2

Variable	Dénomination
α_i	Il s'agit maintenant d'une constante spécifique à chaque pays i. Elle absorbe toutes les caractéristiques inobservables et constantes dans le temps de chaque pays.
ε_{it}	C'est le terme d'erreur. Il doit maintenant satisfaire les hypothèses des erreurs idiosyncratiques (pas d'autocorrélation, homoscedasticité, etc.), une fois que les effets fixes α_i sont pris en compte.

Présentation de la méthode

Notre étude vise à étudier l'impact du COVID-19 sur la qualité de l'air, mesurée par le taux de CO₂, en utilisant des variables économiques et des variables liées au COVID-19 comme variables explicatives. Nous avons mené une analyse de régression pour étudier l'impact de chaque variable explicative sur le taux de CO₂.

Pour chaque modèle de régression, nous avons utilisé le taux de CO₂ comme variable dépendante et avons inclus une variable COVID-19 ainsi que des variables économiques comme variables explicatives. Nous avons utilisé deux méthodes différentes pour estimer nos modèles : la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) et la méthode des effets fixes.

En général, le modèle à effets fixes est considéré comme plus robuste lorsque les différences individuelles sont importantes dans les données, car il permet de contrôler les effets non observables constants pour chaque individu (Andersson, Karpestam, 2013). Cependant, il peut être moins efficace en termes de précision si les différences individuelles sont faibles.

Nous avons mené un total de 18 tests : neuf tests en utilisant la méthode MCO et neuf tests en utilisant la méthode des effets fixes. Pour chaque test, nous avons inclus une de nos neuf variables COVID-19 et nos quatre variables économiques en tant que variables explicatives.

L'objectif de notre analyse était d'identifier les variables qui ont un impact significatif sur le taux de CO₂. Pour cela, nous avons interprété les coefficients de régression pour déterminer si une variable avait un impact significatif.

Nous nous basons exclusivement sur les résultats obtenus via le modèle à effet fixe, l'inclusion du modèle MCO est à titre de comparaison. Il nous semblait intéressant d'avoir ce point d'observation supplémentaire lors de nos analyses. En effet, nous avons voulu vérifier si le modèle à effet fixe était plus significatif que le MCO.

Les résultats sont observables en annexe. Chaque variable covid s'est vue assigné deux numéros de Test, un pour l'analyse MCO et un second pour l'analyse effet fixe. Nous avons séparé chaque variable COVID sinon une multicolinéarité parfaite allait être présente lors des tests.

Résultats

Matrice de corrélation (Test 19 et 20)

Cette matrice de corrélation (test 19) montre les coefficients de corrélation entre différentes variables explicatives liées à la pandémie de Covid-19.

Les coefficients de corrélation vont de 1,0 à 0,7755, ce qui suggère qu'il existe des relations positives fortes à modérées entre les variables. En particulier, les variables « fermeture des écoles » et « fermeture des lieux de travail » ont une forte corrélation positive avec toutes les autres variables, suggérant que le niveau de fermeture des écoles et des lieux de travail peuvent être des prédicteurs importants des autres variables dans le contexte de la pandémie de Covid-19. Ces corrélations élevées entre les différentes mesures de confinement sont logiques et attendues. Si un pays met en œuvre une mesure de confinement, il est probable qu'il en mettra en œuvre d'autres en même temps. Cependant, cette matrice montre que les variables sont fortement corrélées entre elles. La forte corrélation entre ces variables signifie toujours que nous pourrions rencontrer des problèmes de multicolinéarité si nous essayons d'inclure toutes ces variables dans notre modèle de régression.

En ce qui concerne la corrélation de toutes les variables avec la variable dépendante $\ln\text{CO}_2$ (test20), ces corrélations sont généralement faibles. Cela pourrait signifier que l'impact du confinement sur les émissions de CO_2 est relativement faible par rapport à d'autres facteurs, ou cela pourrait simplement refléter le fait que l'effet du confinement est complexe et ne peut pas être bien capturé par une simple corrélation.

Il est important de noter que la corrélation ne prouve pas la causalité. Pour mieux comprendre les relations entre ces variables, il est important d'effectuer des analyses statistiques plus avancées et d'incorporer d'autres variables potentiellement importantes.

Constante

Le modèle est log-linéaire (c'est-à-dire que la variable dépendante est le logarithme des émissions de CO_2), l'interprétation de la constante n'est pas aussi simple que dans un modèle linéaire standard.

Pour interpréter la constante dans un modèle log-linéaire, on doit exponentier la constante pour obtenir l'échelle originale de la variable dépendante. Cela nous donnera la valeur prédite des émissions de CO_2 quand toutes les variables indépendantes sont égales à zéro. Mais il n'est pas logique d'avoir toutes les variables indépendantes à zéro (par exemple, le PIB par habitant, la population, la part de l'industrie dans le PIB, etc. ne peuvent pas être zéro). Par conséquent, la constante dans n'a pas une interprétation claire et concrète en termes des variables de l'étude.

Dans un modèle à effets fixes, la constante peut avoir une interprétation un peu différente que dans un modèle ordinaire. C'est parce que dans un modèle à effets fixes, nous supposons que chaque entité (ici, chaque pays, si on analyse des données de panel par pays) a sa propre constante unique. Cela signifie que la constante que qu'il y a dans les résultats de la régression à effets fixes est en fait une moyenne de toutes ces constantes individuelles.

Le fait que la valeur de la constante soit négative signifie que si toutes les variables explicatives sont égales à zéro, la valeur prédite de la variable dépendante serait négative. Cela peut sembler contre-intuitif, car il est peu probable que les émissions annuelles de CO_2 par habitant soient négatives.

Variable covid

Lorsque nous observons les résultats de ces différents tests, nous observons que pour chacun d'eux, la valeur du coefficient associé à la variable explicative covid est négative. Cela suggère que nos variables covid ont un impact négatif sur les émissions de CO_2 .

La valeur du coefficient est cependant plus élevée dans l'analyse MCO que dans l'analyse à effet fixe, ce qui indique que les modèles MCO incluent des différences entre les pays qui ne sont pas expliquées par les variables économiques ou liées à la pandémie. En d'autres termes, l'analyse MCO montre que les variables covid ont un effet plus fort sur les émissions de CO_2 par habitant si on prend en compte les différences entre les pays.

Variabes économiques

Les variables explicatives « économiques » PIB, Population, Urban population et Industry ont tous des coefficients significativement différents de zéro et ont un impact positif sur la variable dépendante. Cela suggère que plus le PIB par habitant, la population, la population urbaine et l'industrie du PIB sont élevés, plus les émissions annuelles de CO_2 par habitant sont élevées.

Significativité

Une grande majorité des résultats pour le modèle à effet fixe présentés indiquent que tous les coefficients des variables sont statistiquement significatifs à un niveau de confiance très élevé (la valeur p est souvent inférieure à 0,01 pour toutes les variables, ce qui est largement en dessous du seuil couramment utilisé de 0,05). Cela suggère que les variables choisies du modèle ont une relation significative avec les émissions de CO₂, et ne sont pas simplement liées aux émissions de CO₂ par hasard.

De plus, le test F global pour la significativité conjointe des régresseurs est également très significatif (avec une p-valeur proche de zéro), indiquant que, globalement, les variables expliquent une part significative de la variation des émissions de CO₂.

Le R² intra est également relativement élevé (aux alentours de 0.27), suggérant que près de 27% de la variation intra-individuelle des émissions de CO₂ peut être expliquée par vos variables indépendantes. Le R² within (aux alentours de 0,98) est généralement considéré comme plus pertinent dans un modèle à effets fixes, car il mesure la part de la variation au sein des entités (ici, les pays) expliquée par le modèle. Le R² intra dans l'étude de Andersson, Karperstam (2013), est de 0,4. Ce qui est proche de notre étude également.

En résumé, ces résultats suggèrent que le modèle à effets fixes est globalement significatif et explique une part significative de la variation des émissions de CO₂ à la fois au sein des pays et globalement. Cela suggère que le modèle est bien spécifié et que les variables choisies sont pertinentes pour expliquer les émissions de CO₂.

En revanche, si nous nous attardons à la significativité de chacune de nos variables dans nos différents tests, nous remarquons que la variable « fermeture des transports publics » possède une p-valeur de 0,1873 pour le modèle à effet fixe et est donc non-significative. À l'exception de celle-ci, toutes nos autres variables covid sont significatives et ont donc un impact sur la variable dépendante.

Dans votre modèle MCO (moindres carrés ordinaires), tous les coefficients des variables explicatives sont significatifs à au moins 10% de niveau de confiance ($p < 0.1$), avec la plupart d'entre eux très significatifs ($p < 0.01$). Cela indique qu'il y a une relation statistiquement significative entre ces variables et vos émissions de CO₂. Cependant, il est important de noter que la variable covid "Moyennedeschool" a une valeur p de 0.0973, ce qui est légèrement en dessous du seuil de 10%, indiquant une faible significativité statistique.

En comparant avec les résultats du modèle à effets fixes, la principale différence réside dans la significativité de la variable covid. Dans le modèle à effets fixes, cette variable est très significative ($p < 0.01$), alors qu'elle est moins significative dans le modèle MCO. Cela pourrait indiquer que cette variable a une importance particulière au sein des groupes (pays), ce qui est pris en compte dans le modèle à effets fixes mais pas dans le modèle MCO.

En outre, le R² est plus élevé dans le modèle MCO que dans le modèle à effets fixes (pour le R² intra). Cela suggère que le modèle MCO explique une plus grande partie de la variabilité globale des émissions de CO₂, tandis que le modèle à effets fixes explique une plus grande partie de la variabilité intra-groupes.

Dans le contexte de notre recherche, l'impact du confinement sur les émissions de CO₂ pourrait être spécifique à chaque pays en raison de facteurs tels que les politiques gouvernementales, l'industrialisation, la densité de population et d'autres facteurs socio-économiques. En conséquence, un modèle à effets fixes pourrait être plus approprié pour capturer ces spécificités intra-pays.

TABLE 1: Modèle à effet fixe avec la variable covid « Moyenneworkplace »

Modèle 4: Effets fixes, utilisant 3080 observations
140 processus individuels inclus
Dimension temporelle = 22
Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,67950	0,620082	-9,159	9,54e-020	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0834569	0,00522556	15,97	4,01e-055	***
l_Population	0,227500	0,0426509	5,334	1,03e-07	***
Populationurbain~	0,0169879	0,00179671	9,455	6,39e-021	***
IndustrieduPIB	0,0133860	0,00104170	12,85	8,28e-037	***
Moyennedeworkpla~	-0,0432750	0,00860174	-5,031	5,17e-07	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,3232	Éc. type régression	0,196497		
R2 within	0,983928	R2 intra	0,317314		
F(144, 2935) - LSDV	1247,791	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	715,4287	Critère d'Akaike	-1140,857		
Critère de Schwarz	-266,1181	Hannan-Quinn	-826,6370		
rho	0,872996	Durbin-Watson	0,251222		

Test de significativité conjointe des régresseurs -
Statistique de test: F(5, 2935) = 272,839
avec p. critique = P(F(5, 2935) > 272,839) = 3,97165e-240

Test de différence des constantes individuelles -
Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
Statistique de test: F(139, 2935) = 245,232
avec p. critique = P(F(139, 2935) > 245,232) = 0

TABLE 2 : Modèle MCO avec la variable covid « Moyenneworkplace »

Modèle 7: MCO empilés, utilisant 3080 observations
140 processus individuels inclus
Dimension temporelle = 22
Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.62687	0.130943	-27.70	6.09e-151	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0382157	0.000774211	49.36	0.0000	***
l_Population	-0.0147948	0.00743401	-1.990	0.0467	**
Populationurbain~	0.0141636	0.000890247	15.91	7.90e-55	***
IndustrieduPIB	0.0349778	0.00118732	29.46	3.13e-168	***
Moyennedeworkpla~	-0.0678177	0.0293066	-2.314	0.0207	**
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1571.645	Éc. type régression	0.715032		
R2	0.777104	R2 ajusté	0.776741		
F(5, 3074)	2143.433	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3334.208	Critère d'Akaike	6680.417		
Critère de Schwarz	6716.613	Hannan-Quinn	6693.419		
rho	0.968373	Durbin-Watson	0.040872		

Par rapport à la Belgique

Nous allons dès à présent nous concentrer sur l'impact du confinement sur le CO₂ en Belgique. Le but est de voir si les résultats sont aussi significatifs afin de pouvoir limiter notre empreinte carbone.

Présentation du modèle et de la méthode

L'équation utilisée pour l'international sera la même que pour ce cas-ci. On se concentre uniquement sur la Belgique, le *i* est donc remplacé par Bel.

Équation (3)

$$\ln CO2_{Bel} = \alpha + \beta 1 \ln(PIB_{Bel}) + \beta 2 (\ln PIB_{Bel})^2 + \beta 3 URBAN_{Bel} + \beta 4 INDUSTRIE_{Bel} + \beta 5 \ln POP_{Bel} + \beta 7 COVID_{Bel} + \varepsilon$$

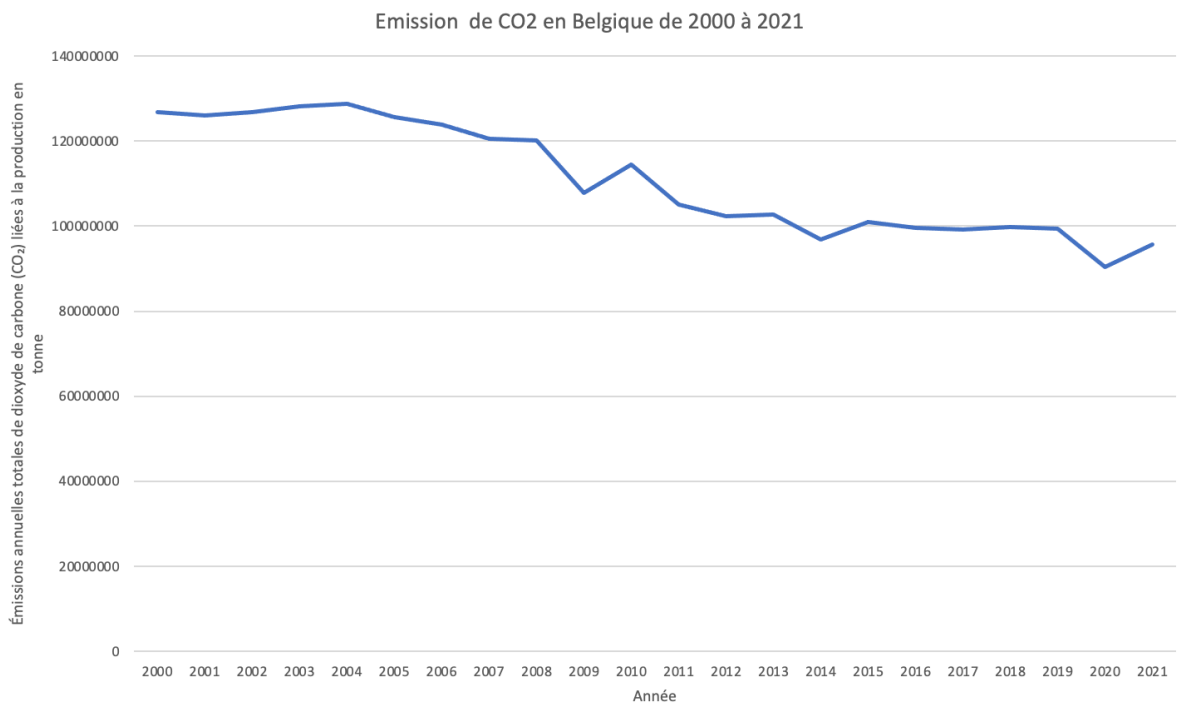
Contrairement au premier modèle, la méthode des moindres carrés ordinaires sera utilisée comme l'étude de Friedl et Getzner (2003), qui se sont concentrés sur un petit pays avec une économie ouverte, l'Autriche.

Les descriptions des variables citées plus haut sont également valables pour la Belgique.

Résultats

Durant la période de 2000 à 2021, on a observé une légère baisse des émissions de CO₂, notamment dû à la conscience écologique des Belges. L'évolution des émissions de CO₂ baisse davantage quand une rupture structurelle a lieu, comme le confinement. Malheureusement, le niveau a réaugmenté en 2021 dû à la suspension des restrictions émises par le gouvernement en 2020 pour limiter la propagation du virus (graphique 2).

Graphique 2 : l'évolution du CO₂ en Belgique de 2000 à 2021



Les coefficients des variables urban et industrie sont positifs et significatifs. Les variables LnPop et covid sont cependant négatives et significatives. Les coefficients en général changent selon la variable covid choisie. Comme pour le premier modèle, nous ne pouvons pas prendre toutes les variables covid dans un même modèle afin d'éviter une multicollinéarité parfaite.

Concernant la variable PIB, les conclusions démontrent un impact positif mais non significatif. Comme l'étude réalisée par Friedl et Getzner (2003) sur les déterminants du CO₂ sur une petite économie ouverte, l'Autriche, le logarithme de cette variable au carré est également peu significatif. Ces auteurs démontrent que le coefficient non significatif du terme quadratique indique un refus net de l'idée qu'il y a une relation en forme de U inversé pour les émissions de CO₂ en Autriche. Toutefois, il s'est avéré que la forme fonctionnelle cubique est la plus appropriée pour représenter ces émissions, d'après des analyses économétriques. Cela implique que la relation entre le PIB et les émissions de CO₂ en Autriche ressemble plutôt à un N. Nous avons donc testé si la variable PIB en forme cubique était également plus significative en Belgique (table 3).

TABLE 3 : Variable PIB cubique

Modèle 6: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: L_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.4063	10.7049	3.775	0.0017	***
IndustrieduPIB	0.0502783	0.0169629	2.964	0.0091	***
Populationurbain~ L_Population	0.781776 -7.13562	0.209123 1.30040	3.738 -5.487	0.0018 4.97e-05	*** ***
Moyennedestay_ho~ L_PIBpercapitaUS~	-0.101254 0.000119480	0.0292553 0.000142428	-3.461 0.8389	0.0032 0.4139	*** ***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007289	Éc. type régression	0.021344		
R2	0.985906	R2 ajusté	0.981501		
F(5, 16)	223.8405	P. critique (F)	3.23e-14		
Log de vraisemblance	56.91961	Critère d'Akaike	-101.8392		
Critère de Schwarz	-95.29297	Hannan-Quinn	-100.2971		
rho	-0.386914	Durbin-Watson	2.661340		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (L_PIBpercapitaUS_cubique)

TABLE 4 : Variable PIB quadratique

Modèle 5: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: L_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.1603	10.7719	3.728	0.0018	***
IndustrieduPIB	0.0505410	0.0170128	2.971	0.0090	***
Populationurbain~ L_Population	0.779011 -7.10867	0.209520 1.30823	3.718 -5.434	0.0019 5.52e-05	*** ***
Moyennedestay_ho~ sq_L_PIBpercapit~	-0.101319 0.00192434	0.0292286 0.00224357	-3.466 0.8577	0.0032 0.4037	*** ***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007275	Éc. type régression	0.021324		
R2	0.985933	R2 ajusté	0.981536		
F(5, 16)	224.2748	P. critique (F)	3.18e-14		
Log de vraisemblance	56.94063	Critère d'Akaike	-101.8813		
Critère de Schwarz	-95.33501	Hannan-Quinn	-100.3392		
rho	-0.388612	Durbin-Watson	2.664403		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 19 (sq_L_PIBpercapitaUS)

Les deux modèles sont presque identiques en termes de performance, sauf pour la spécification du PIB par habitant. Dans les deux cas, le PIB par habitant (sous forme cubique ou quadratique) n'est pas statistiquement significatif, ce qui signifie que, selon le modèle, il n'a pas d'effet significatif sur les émissions de CO₂ par habitant.

Les valeurs de R2 ajusté sont presque identiques (0.981501 pour le modèle cubique et 0.981536 pour le modèle quadratique) indiquant que les deux modèles expliquent pratiquement la même quantité de variabilité des émissions de CO₂ par habitant.

Le critère d'Akaike (AIC) et le critère de Schwarz (BIC) sont légèrement meilleurs (c'est-à-dire plus bas) pour le modèle quadratique que pour le modèle cubique, ce qui suggérerait que le modèle quadratique pourrait être légèrement préférable. Cependant, la différence est très faible et pourrait ne pas être statistiquement significative.

Compte tenu de ces éléments, il serait difficile de dire de manière concluante lequel des deux modèles est le meilleur. Cela dépendrait donc de la théorie économique. Nous allons donc garder la variable PIB sous forme cubique comme l'étude de Friedl et Getzner (2003) sur une petite économie ouverte.

Enfin, il est important de noter que l'absence de signification statistique du PIB par habitant (qu'il soit cubique ou quadratique) pourrait suggérer qu'il manque d'autres variables dans le modèle qui pourraient affecter les émissions de CO₂ par habitant et qui sont corrélées avec le PIB par habitant. Cela pourrait inclure des variables comme la technologie, les politiques environnementales, l'accès à l'énergie propre, etc.

Ensuite, une proportion plus élevée de l'industrie dans l'économie globale entraîne une augmentation de la production de CO₂. Ces découvertes concordent avec diverses études précédentes, notamment celles de Weber et al. (2008), Chebbi et al. (2009), Sharma (2011), et Shahbaz et Leitaó (2013). De plus, ces résultats sont en phase avec les conclusions de l'OCDE (2017), qui soulignent que le commerce international contribue négativement à l'environnement, que ce soit par le biais du transport de biens ou par le déplacement de la production vers des régions où les standards environnementaux sont moins stricts.

Les résultats ont confirmé l'énergie provenant du charbon a contribué à la pollution de l'environnement comme prévu et que donc la population urbaine est néfaste. Ce qui est conforme avec l'article de Andersson et Karpestam (2013).

En ce qui concerne la variable taille de la population, pour toutes les différentes variables covid, elle a un impact négatif. Au niveau mondial, nous avons pu remarquer que la taille de la population avait un impact positif. La Belgique est un petit pays, la taille n'a donc pas d'impact.

En examinant les résultats des divers tests, il est constaté que le coefficient relatif à la variable explicative 'covid' est négatif dans tous les cas. Cela indique que nos variables liées à la covid ont une influence défavorable sur les émissions de CO₂. Comme les études de Friedl, Getzner (2003) et Andersson, Karpestam (2013), les événements qui ralentissent les activités humaines, comme les chocs pétroliers, font baisser les émissions de CO₂.

Ce qu'on peut en conclure

Le confinement a bel et bien eu un impact positif sur le CO₂ en Belgique. En effet, le gouvernement a mis certaines règles afin de limiter la propagation du virus, ce qui a, involontairement, aidé à réduire notre empreinte carbone. Comme l'article de Cheval, Adamescu, Georgiadis, Herrnegger, Piticar et Legates (2020), il est essentiel de prendre en considération les enseignements que nous avons acquis de la pandémie en matière de préservation de l'environnement.

Pour que cela ait un impact à long terme, le gouvernement joue un rôle important en mettant en place des politiques qui encouragent les pratiques durables. En effet, conformément à l'étude d'Andersson, Karpestam (2013) montre que seules les politiques gouvernementales auront des effets à long terme.

Le gouvernement belge doit donc prendre en compte des réglementations qui ont été prises durant le confinement. Même si le niveau de CO₂ a tendance à baisser en Belgique, le confinement est la preuve que les Belges peuvent mieux faire.

Premièrement, encourager les entreprises à mettre en place le télétravail dans le but de réduire les déplacements en voiture. En effet, dans notre étude on remarque que l'industrialisation en Belgique a un impact sur l'environnement, notamment à cause des voitures. Quand le télétravail n'est pas possible, promouvoir les transports durables, comme le vélo, vélos électriques et les transports en commun, en baissant le prix ou en donnant des primes.

Deuxièmement, le gouvernement peut également promouvoir les primes qu'ils donnent quand un citoyen fait le nécessaire pour améliorer l'efficacité énergétique dans son habitation : cela comprend l'isolation des maisons, l'utilisation d'appareils électroménagers à faible consommation d'énergie etc. Ils doivent également encourager les particuliers et les entreprises à installer des panneaux solaires et des éoliennes qui peuvent aider à réduire la dépendance aux combustibles fossiles. Comme montre l'étude de Kangyin Dong, Xiucheng Dong et Cong Dong (2019), une augmentation de 1% des énergies

renouvelables pour l'estimateur AMG entraînent une diminution de 0,4497% des émissions de CO₂, tandis qu'une augmentation de 1% des énergies renouvelables pour l'estimateur CCEMG entraîne une diminution de 0,5832% des émissions de CO₂.

Conclusion

Cette étude examine les répercussions occasionnées par le confinement covid-19 sur la qualité de l'air au niveau international. Bien que de nombreuses études aient été menées sur les facteurs qui influencent les émissions de CO₂, il n'y a pas encore eu avec l'impact du confinement comme variable sur un grand échantillon. Le but de cet article est de faire le lien entre les émissions de dioxyde de carbone en utilisant un modèle complexe qui comprend des facteurs économiques tels que le PIB, le pourcentage d'industrialisation, la taille de la population et le pourcentage de population urbaine. Couplé à celles-ci se retrouvent nos variables explicatives « covid » à savoir les fermetures d'écoles, les fermetures de lieux de travail, les annulations d'événements publics, les restrictions des rassemblements, les obligations de rester à la maison, les fermetures des transports publics, les restrictions des déplacements internes, les contrôles des déplacements internationaux, et les campagnes d'information du public.

Après avoir mené une revue de la littérature approfondie, analysé les données recueillies et évalué les résultats obtenus, il est clair que le confinement COVID-19 a eu un impact significatif sur la qualité de l'air dans de nombreuses régions du monde. Les mesures de confinement ont entraîné une diminution de la pollution de l'air due à la réduction des émissions de CO₂.

Les résultats de notre étude montrent que la qualité de l'air s'est considérablement améliorée pendant les périodes de confinement dans de nombreuses villes à travers le monde. Les niveaux de dioxyde d'azote, de dioxyde de soufre et de particules fines ont diminué de manière significative, réduisant ainsi le risque de maladies respiratoires et cardiovasculaires pour les populations locales.

Cependant, malgré les avantages observés, il est important de noter que la réduction de la pollution atmosphérique pendant le confinement n'a été qu'un effet temporaire et qu'elle n'a pas résolu les problèmes de qualité de l'air à long terme. En effet, en 2021 le niveau de CO₂ a déjà augmenté dû à la reprise des activités humaines (voir graphique 1). Il est donc crucial que les gouvernements, les industries ou encore les citoyens continuent de travailler ensemble pour trouver des solutions durables pour améliorer la qualité de l'air à long terme. Par exemple, puisque l'expansion économique et la croissance démographique sont les facteurs majeurs de l'élévation des émissions de CO₂, chaque pays doit mettre l'accent sur la transition écologique et la régulation de la croissance démographique pour parvenir à une atténuation efficace des émissions de CO₂. Promouvoir également l'énergie renouvelable est indispensable pour limiter le niveau des émissions.

Ensuite, notre étude n'est basée que sur le CO₂ pour qualifier la qualité de l'air. Il faut prendre conscience que celui-ci n'est qu'un parmi bon nombre d'autres gaz indicateurs de la qualité de l'air tels que le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂) et les chlorofluorocarbones (CFC). Il pourrait être intéressant de s'intéresser aux différents indicateurs existants et de pousser l'analyse un peu plus loin.

De plus, notre forme quadratique est limitée ; il est en effet incorrect de supposer que le développement économique résoudra automatiquement les problèmes environnementaux, et ce, malgré le fait que les pays à faible revenu par habitant connaissent une augmentation de la pollution, tandis que les pays industrialisés ont réussi à réduire leurs émissions.

En conclusion, l'impact du confinement COVID-19 sur la qualité de l'air a été significatif et positif dans de nombreuses régions du monde, réduisant les niveaux de pollution atmosphérique et améliorant la santé publique. Cependant, il est important de se rappeler que cette amélioration était temporaire et

qu'il est crucial de poursuivre les efforts pour trouver des solutions durables pour maintenir une bonne qualité de l'air à long terme.

Bibliographie

Article

- Zhang, Chuanguo; Yang, Rudai; Chen, Xingpeng; Chen, Jiandong , *Determinants of the global and regional CO2 emissions: What causes what and where?*, VOL.51, 2019
- J. Máté Balogh, A. Jámbor, *Determinants of CO2 Emission: A global evidence*, International Journal of Energy Economics and Policy, 2017
- F. N. G. Andersson, P. Karpestam, *CO2 emissions and economic activity: Short- and long-run economic determinants of scale, energy intensity and carbon intensity*, 2013
- L'OCDE, *Conséquences environnementales à long terme du COVID-19*, 2021, site internet : <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/consequences-environnementales-a-long-terme-du-covid-19-3f6e0c70/>
- S. Cheval, C. Adamescu, T. Georgiadis, M. Herrnegger, A. Piticar et D. Legates, *Observed and Potential Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Environment*, Int J Environ Res Public Health. 2020
- G. Aina Idowu, A. Oluwasogo Olalemi, A. Festus Aiyesanmi, *Environmental impacts of covid-19 pandemic: Release of microplastics, organic contaminants and trace metals from face masks under ambient environmental conditions*, VOL. 217, 2023
- Shafik et Bandyopadhyay, *Economic growth and environmental quality: Time series and cross-country evidence*, 1992
- Heil et Selden, *Carbon emissions and economic development : future trajectories based on historical experience*, VOL. 6, 2001
- Holtz-Eakin et Selden, *Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth*, Journal of Public Economics, VOL. 57, 1995

Site internet

- The World Bank, Population Total, 2022, site internet: https://data.worldbank.org/indicador/SP.POP.TOTL?fbclid=IwAR3B6vsvLrPisSc-EEEnm4USYp_i-WlhzhBl_ai_t1odlAarUr045SdMXAS8
- The World Bank, Urban population, site internet: <https://data.worldbank.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?fbclid=IwAR0FInI2uGzHtVnsNOJbZ5C3B1FBX8Go2E6IQDXvdu9VWcBvdqOOtM6XQFo>
- The World Bank, Industry, site internet: <https://data.worldbank.org/indicador/NV.IND.TOTL.ZS?fbclid=IwAR20YXx6JkXw8b6E5RxxQdd4vTIFyQ4SCzpRBGewUcxNKHjyav0dKTR37Y0>
- The World Bank, PIB par habitant, site internet: https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.CD?most_recent_year_desc=false&fbclid=IwAR2BXiiXev3mBZs7KT5Uu27QbyK2FXd0rHoPdDMSWf2Pld3qnHP8Mb814xY
- Our World in Data, Coronavirus Pandemic (COVID-19), site internet: <https://ourworldindata.org/coronavirus#explore-the-global-situation>
- Institut pour l'éducation financière du public, *Les chocs pétroliers (1973-1979)*, 2022, site internet : <https://www.lafinancepourtous.com/juniors/lyceens/les-crisis/les-chocs-petroliers-1973-1979/>
- Climate Wise, L'impact environnemental du COVID-19, site internet : <https://climate-wise.com/fr/nouvelles-et-articles/the-environmental-impact-of-covid-19?fbclid=IwAR3yBja44rfTQ0w9ns9LHeHH4uZ2iH017kGCw06UizD4eMyeGVhueGaUeUE>

Annexes

TABLEAU 1 Liste des pays

Amérique du nord	Bahamas, Barbade, Belize, Les Bermudes, Costa Rica, Dominique, République dominicaine, El Salvador, Guatemala, Haïti, Honduras, Jamaïque, Nicaragua, Panama, Etats-Unis
Amérique du sud	Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Guyana, Mexique, Paraguay, Pérou, Suriname, Trinité-et-Tobago, Uruguay
Europe	Albanie, Autriche, Biélorussie, Belgique, Bulgarie, Croatie, Chypre, Tchéquie, Danemark, Estonie, Îles Féroé, Finlande, France, Géorgie, Allemagne, Grèce, Hongrie, Islande, Irlande, Italie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Moldavie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Roumanie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Espagne, Suède, Suisses, Ukraine, Royaume-Uni
Asie	Afghanistan, Azerbaïdjan, Bahreïn, Bangladesh, Bhoutan, Brunéi, Darussalam, Cambodia, Chine, Hong Kong, Inde, Indonésie, Iran, Irak, Israël, Jordanie, Kazakhstan, Kirghizistan, Laos, Liban, Macao, Malaisie, Mongolie, Birmanie, Népal, Oman, Pakistan, Philippines, Qatar, Russie, Arabie saoudite, Singapour, Sri Lanka, Thaïlande, Timor-Leste, Tunisie, Turquie, Émirats arabes unis, Ouzbékistan, Vietnam
Afrique	Algérie, Angola, Bénin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, République centrafricaine, Tchad, Côte d'Ivoire, Égypte, Eswatini, Éthiopie, Gabon, Gambie, Ghana, Guinée, Kenya, Lesotho, Libéria, Malawi, Mali, Mauritanie, Maurice, Maroc, Mozambique, Namibie, Niger, Nigeria, Rwanda, Sénégal, Seychelles, Sierra Leone, Afrique du Sud, Soudan, Tanzanie, Togo, Ouganda, Zambie, Zimbabwe
Océanie	Australie, Fiji, Tonga

TABLEAU 2 Description des variables « économiques »

Variabes	Définition	Sources
PIB/hab	Le PIB par habitant est le produit intérieur brut divisé par la population en milieu d'année. Le PIB est la somme de la valeur ajoutée brute de tous les producteurs résidents d'une économie plus toutes taxes sur les produits et moins les subventions non incluses dans la valeur des produits. Elle est calculée sans effectuer de déductions pour la dépréciation des biens fabriqués ou la perte de valeur ou la dégradation des ressources naturelles. Les données sont en dollars américains courants.	La Banque Mondiale

Urbanisation	La population urbaine se réfère aux personnes vivant dans les zones urbaines telles que définies par les bureaux nationaux de statistiques. Les données sont collectées et lissées par la Division de la population des Nations unies.	La Banque Mondiale
Taille de la population	La population totale est basée sur la définition de facto de la population, qui compte tous les résidents indépendamment de leur statut juridique ou de leur citoyenneté. Les valeurs indiquées sont des estimations en milieu d'année.	La Banque Mondiale
Industrie	L'industrie (y compris la construction) correspond aux divisions 05-43 de la CITI et inclut l'industrie manufacturière (divisions 10-33 de la CITI). Elle comprend la valeur ajoutée dans l'exploitation minière, l'industrie manufacturière (également présentée comme un sous-groupe distinct), la construction, l'électricité, l'eau et le gaz. La valeur ajoutée est la production nette d'un secteur après addition de toutes les productions et soustraction des intrants intermédiaires. Elle est calculée sans déduire la dépréciation des actifs fabriqués ou l'épuisement et la dégradation des ressources naturelles. L'origine de la valeur ajoutée est déterminée par la Classification internationale type par industrie (CITI), révision 4. Note : Pour les pays VAB, la valeur ajoutée brute au coût des facteurs est utilisée comme dénominateur.	La Banque Mondiale

TABLEAU 3 Description des variables « covid »

Moyenne de fermetures des écoles

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de fermetures des écoles comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de mesures
 - 1 - recommande la fermeture
 - 2 - Exiger la fermeture (seulement certains niveaux ou catégories, par exemple seulement l'école secondaire, ou seulement les écoles publiques)
 - 3 - Exiger la fermeture de tous les niveaux

Moyenne de fermetures de lieux de travail

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de fermetures des lieux de travail comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de mesures
 - 1 - recommander la fermeture (ou le travail à domicile)
 - 2 - exiger la fermeture (ou le travail à domicile) pour certains secteurs ou catégories de travailleurs
 - 3 - exiger la fermeture (ou le travail à domicile) de tous les lieux de travail à l'exception des lieux de travail essentiels (par exemple, les épiceries, les médecins)

Moyenne de annulations d'événements publics

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes d'annulations d'événements public comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0- Pas de mesures
 - 1 - Recommander l'annulation
 - 2 - Demande d'annulation

Moyenne de restrictions des rassemblements

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de restrictions des rassemblements comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Aucune restriction
 - 1 - Restrictions pour les très grands rassemblements (la limite est supérieure à 1 000 personnes)
 - 2 - Restrictions pour les rassemblements de 100 à 1 000 personnes
 - 3 - Restrictions pour les rassemblements de 10 à 100 personnes
 - 4 - Restrictions pour les rassemblements de moins de 10 personnes

Moyenne de obligations de rester à la maison

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes d'obligation de rester à la maison comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de mesures
 - 1 - recommande de ne pas quitter la maison
 - 2 - exiger de ne pas quitter la maison avec des exceptions pour l'exercice quotidien, les courses et les déplacements "essentiels".
 - 3 - Exiger de ne pas quitter le domicile avec des exceptions minimales (par exemple, autorisation de sortir seulement une fois tous les quelques jours, ou une seule personne peut sortir à la fois, etc.)

Moyenne de fermetures des transports publics

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de fermetures des transports publics comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de mesures
 - 1 - Recommandation de fermeture (ou réduction significative du volume, de l'itinéraire et des moyens de transport disponibles)
 - 2 - Exiger la fermeture (ou interdire à la plupart des citoyens de l'utiliser)

Moyenne de restrictions des déplacements internes

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de restrictions des déplacements internes comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de mesures
 - 1 - Recommandation de restriction de mouvement
 - 2 - Restreindre les mouvements

Moyenne de contrôles des déplacements internationaux

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de contrôles des déplacements internationaux comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de mesures

- 1 - Filtrage
- 2 - Mise en quarantaine des arrivées en provenance de régions à haut risque
- 3 - Interdiction des régions à haut risque
- 4 - Fermeture totale des frontières

Moyenne de campagnes d'information du public

- Correspond à la moyenne annuelle des données journalières des mesures prises par chaque pays en termes de campagne d'information au public comme réponse politique prises contre le covid-19
- Ces mesures sont définies comme suit :
 - 0 - Pas de campagne d'information publique sur le COVID-19
 - 1 - Les autorités publiques incitent à la prudence à l'égard du COVID-19
 - 2 - Campagne d'information publique coordonnée (par exemple, dans les médias traditionnels et sociaux)
 - Pas de données - vide

Test pour l'international

Test 1 : School closures- MCO

Modèle 6: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.61860	0.130899	-27.64	2.01e-150	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0381532	0.000773569	49.32	0.0000	***
l_Population	-0.0152937	0.00743153	-2.058	0.0397	**
Populationurbain~	0.0141842	0.000890586	15.93	6.13e-55	***
IndustrieduPIB	0.0350040	0.00118774	29.47	2.38e-168	***
Moyenneschool_~	-0.0435162	0.0262362	-1.659	0.0973	*
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1572.975	Éc. type régression	0.715334		
R2	0.776915	R2 ajusté	0.776552		
F(5, 3074)	2141.101	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3335.511	Critère d'Akaike	6683.022		
Critère de Schwarz	6719.218	Hannan-Quinn	6696.024		
rho	0.968676	Durbin-Watson	0.041021		

Test 2 : School closures- Effet Fixe

Modèle 2: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,62360	0,621881	-9,043	2,71e-019	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0832923	0,00523279	15,92	8,82e-055	***
l_Population	0,225260	0,0427665	5,267	1,49e-07	***
Populationurbain~	0,0166830	0,00179760	9,281	3,17e-020	***
IndustrieduPIB	0,0133665	0,00104397	12,80	1,46e-036	***
Moyenneschool_~	-0,0318946	0,00773006	-4,126	3,79e-05	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,6413	Éc. type régression	0,196772		
R2 within	0,983883	R2 intra	0,315398		
F(144, 2935) - LSDV	1244,241	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	711,1120	Critère d'Akaike	-1132,224		
Critère de Schwarz	-257,4848	Hannan-Quinn	-818,0036		
rho	0,873705	Durbin-Watson	0,250370		

Test de significativité conjointe des régresseurs -
 Statistique de test: $F(5, 2935) = 270,433$
 avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 270,433) = 2,40705e-238$

Test de différence des constantes individuelles -
 Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: $F(139, 2935) = 244,763$
 avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 244,763) = 0$

Test 3 : Workplace closures- MCO

Modèle 7: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.62687	0.130943	-27.70	6.09e-151	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0382157	0.000774211	49.36	0.0000	***
l_Population	-0.0147948	0.00743401	-1.990	0.0467	**
Populationurbain~	0.0141636	0.000890247	15.91	7.90e-55	***
IndustrieduPIB	0.0349778	0.00118732	29.46	3.13e-168	***
Moyennedeworkpla~	-0.0678177	0.0293066	-2.314	0.0207	**
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1571.645	Éc. type régression	0.715032		
R2	0.777104	R2 ajusté	0.776741		
F(5, 3074)	2143.433	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3334.208	Critère d'Akaike	6680.417		
Critère de Schwarz	6716.613	Hannan-Quinn	6693.419		
rho	0.968373	Durbin-Watson	0.040872		

Test 4 : Workplace closures- Effet Fixe

Modèle 4: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,67950	0,620082	-9,159	9,54e-020	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0834569	0,00522556	15,97	4,01e-055	***
l_Population	0,227500	0,0426509	5,334	1,03e-07	***
Populationurbain~	0,0169879	0,00179671	9,455	6,39e-021	***
IndustrieduPIB	0,0133860	0,00104170	12,85	8,28e-037	***
Moyennedeworkpla~	-0,0432750	0,00860174	-5,031	5,17e-07	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,3232	Éc. type régression	0,196497		
R2 within	0,983928	R2 intra	0,317314		
F(144, 2935) - LSDV	1247,791	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	715,4287	Critère d'Akaike	-1140,857		
Critère de Schwarz	-266,1181	Hannan-Quinn	-826,6370		
rho	0,872996	Durbin-Watson	0,251222		

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: F(5, 2935) = 272,839

avec p. critique = P(F(5, 2935) > 272,839) = 3,97165e-240

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: F(139, 2935) = 245,232

avec p. critique = P(F(139, 2935) > 245,232) = 0

Test 5 : Public events cancellation- MCO

Modèle 8: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.62254	0.130780	-27.70	5.91e-151	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0382031	0.000773304	49.40	0.0000	***
l_Population	-0.0149665	0.00742354	-2.016	0.0439	**
Populationurbain~	0.0141766	0.000889993	15.93	5.95e-55	***
IndustrieduPIB	0.0349813	0.00118692	29.47	2.31e-168	***
Moyennedecancel_~	-0.0814451	0.0310697	-2.621	0.0088	***
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1570.871	Éc. type régression	0.714856		
R2	0.777213	R2 ajusté	0.776851		
F(5, 3074)	2144.792	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3333.450	Critère d'Akaike	6678.900		
Critère de Schwarz	6715.096	Hannan-Quinn	6691.902		
rho	0.968336	Durbin-Watson	0.041193		

Test 6 : Public events cancellation- Effet Fixe

Modèle 6: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,77478	0,622156	-9,282	3,14e-020	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0831564	0,00522363	15,92	8,58e-055	***
l_Population	0,233333	0,0427476	5,458	5,21e-08	***
Populationurbain~	0,0171172	0,00179824	9,519	3,53e-021	***
IndustrieduPIB	0,0133807	0,00104129	12,85	8,28e-037	***
Moyennedecancel_~	-0,0481945	0,00919743	-5,240	1,72e-07	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,2410	Éc. type régression	0,196426		
R2 within	0,983940	R2 intra	0,317809		
F(144, 2935) - LSDV	1248,711	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	716,5452	Critère d'Akaike	-1143,090		
Critère de Schwarz	-268,3511	Hannan-Quinn	-828,8700		
rho	0,872955	Durbin-Watson	0,251246		

Test de significativité conjointe des régresseurs -
 Statistique de test: $F(5, 2935) = 273,463$
 avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 273,463) = 1,37381e-240$

Test de différence des constantes individuelles -
 Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: $F(139, 2935) = 245,235$
 avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 245,235) = 0$

Test 7 : Restriction gatherings- MCO

Modèle 9: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.62237	0.130747	-27.71	5.22e-151	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0382238	0.000773494	49.42	0.0000	***
l_Population	-0.0149880	0.00742075	-2.020	0.0435	**
Populationurbain~	0.0141652	0.000889889	15.92	7.00e-55	***
IndustrieduPIB	0.0349735	0.00118678	29.47	2.49e-168	***
Moyennederestric~	-0.0446219	0.0160521	-2.780	0.0055	***
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1570.435	Éc. type régression	0.714756		
R2	0.777275	R2 ajusté	0.776913		
F(5, 3074)	2145.558	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3333.022	Critère d'Akaike	6678.045		
Critère de Schwarz	6714.241	Hannan-Quinn	6691.047		
rho	0.968328	Durbin-Watson	0.041066		

Test 8 : Restriction gatherings- Effet Fixe

Modèle 8: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,79634	0,620543	-9,341	1,83e-020	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0832708	0,00521830	15,96	4,89e-055	***
l_Population	0,234065	0,0426543	5,488	4,42e-08	***
Populationurbain~	0,0172729	0,00179620	9,616	1,41e-021	***
IndustrieduPIB	0,0133577	0,00104022	12,84	9,24e-037	***
Moyennederestric~	-0,0273763	0,00473463	-5,782	8,15e-09	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,0131	Éc. type régression	0,196228		
R2 within	0,983972	R2 intra	0,319182		
F(144, 2935) - LSDV	1251,271	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	719,6485	Critère d'Akaike	-1149,297		
Critère de Schwarz	-274,5577	Hannan-Quinn	-835,0766		
rho	0,871914	Durbin-Watson	0,252072		

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(5, 2935) = 275,199$

avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 275,199) = 7,18502e-242$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(139, 2935) = 245,691$

avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 245,691) = 0$

Test 9 : Stay at home requirements- MCO

Modèle 10: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: `_L_AnnualementmissionsCO2percapit`

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.61746	0.130905	-27.63	2.52e-150	***
sq_ <code>_L_PIBpercapit</code> ~	0.0381304	0.000773157	49.32	0.0000	***
<code>_L_Population</code>	-0.0153550	0.00743288	-2.066	0.0389	**
Populationurbain~	0.0141847	0.000890661	15.93	6.20e-55	***
IndustrieduPIB	0.0350188	0.00118770	29.48	1.75e-168	***
Moyennedestay_ho~	-0.0549263	0.0367510	-1.495	0.1351	
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1573.240	Éc. type régression	0.715394		
R2	0.776878	R2 ajusté	0.776515		
F(5, 3074)	2140.638	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3335.770	Critère d'Akaike	6683.540		
Critère de Schwarz	6719.736	Hannan-Quinn	6696.542		
rho	0.968892	Durbin-Watson	0.040471		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 12 (Moyennedestay_home_requiremen)

Test 10 : Stay at home requirements- Effet Fixe

Modèle 10: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: `_L_AnnualementmissionsCO2percapit`

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,46514	0,619387	-8,823	1,87e-018	***
<code>_L_sq_PIBpercapit</code> ~	0,0829622	0,00523943	15,83	2,99e-054	***
<code>_L_Population</code>	0,215461	0,0426453	5,052	4,63e-07	***
Populationurbain~	0,0166769	0,00181238	9,202	6,51e-020	***
IndustrieduPIB	0,0134906	0,00104403	12,92	3,44e-037	***
Moyennedestay_ho~	-0,0354982	0,0108829	-3,262	0,0011	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,8876	Éc. type régression	0,196985		
R2 within	0,983848	R2 intra	0,313914		
F(144, 2935) - LSDV	1241,506	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	707,7777	Critère d'Akaike	-1125,555		
Critère de Schwarz	-250,8161	Hannan-Quinn	-811,3350		
rho	0,874345	Durbin-Watson	0,250929		

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(5, 2935) = 268,578$

avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 268,578) = 5,73225e-237$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(139, 2935) = 244,209$

avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 244,209) = 0$

Test 11 : Public transports closures – MCO

Modèle 11: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.61367	0.131093	-27.57	1.15e-149	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0381010	0.000773168	49.28	0.0000	***
l_Population	-0.0156909	0.00744841	-2.107	0.0352	**
Populationurbain~	0.0141853	0.000890942	15.92	6.62e-55	***
IndustrieduPIB	0.0350360	0.00118808	29.49	1.56e-168	***
Moyennedeclose_p~	-0.0367825	0.0618747	-0.5945	0.5522	
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1574.202	Éc. type régression	0.715613		
R2	0.776741	R2 ajusté	0.776378		
F(5, 3074)	2138.953	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3336.712	Critère d'Akaike	6685.423		
Critère de Schwarz	6721.620	Hannan-Quinn	6698.426		
rho	0.969025	Durbin-Watson	0.040329		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 13 (Moyennedeclose_public_transpo)

Test 12 : Public transports closures- Effet Fixe

Modèle 12: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,33250	0,621334	-8,582	1,48e-017	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0832003	0,00524685	15,86	2,14e-054	***
l_Population	0,209520	0,0427774	4,898	1,02e-06	***
Populationurbain~	0,0158883	0,00180194	8,817	1,97e-018	***
IndustrieduPIB	0,0135699	0,00104564	12,98	1,73e-037	***
Moyennedeclose_p~	-0,0239997	0,0181949	-1,319	0,1873	
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	114,2327	Éc. type régression	0,197284		
R2 within	0,983799	R2 intra	0,311835		
F(144, 2935) - LSDV	1237,694	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	703,1178	Critère d'Akaike	-1116,236		
Critère de Schwarz	-241,4963	Hannan-Quinn	-802,0151		
rho	0,873966	Durbin-Watson	0,251752		

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(5, 2935) = 265,993$

avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 265,993) = 4,81404e-235$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(139, 2935) = 243,752$

avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 243,752) = 0$

Test 13 : Internal movements restrictions- MCO

Modèle 13: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.61318	0.131135	-27.55	1.52e-149	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0381011	0.000773298	49.27	0.0000	***
l_Population	-0.0157613	0.00744671	-2.117	0.0344	**
Populationurbain~	0.0141866	0.000890978	15.92	6.54e-55	***
IndustrieduPIB	0.0350476	0.00118792	29.50	1.14e-168	***
Moyennederestric~	-0.0223942	0.0444642	-0.5036	0.6145	
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1574.253	Éc. type régression	0.715625		
R2	0.776734	R2 ajusté	0.776371		
F(5, 3074)	2138.864	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3336.762	Critère d'Akaike	6685.523		
Critère de Schwarz	6721.719	Hannan-Quinn	6698.526		
rho	0.969094	Durbin-Watson	0.040302		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 14 (Moyennederestrictions_interna)

Test 14 : Internal movements restrictions- Effet Fixe

Modèle 14: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,47003	0,621219	-8,805	2,19e-018	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0829927	0,00524172	15,83	3,04e-054	***
l_Population	0,217118	0,0427676	5,077	4,08e-07	***
Populationurbain~	0,0163065	0,00179928	9,063	2,27e-019	***
IndustrieduPIB	0,0134398	0,00104568	12,85	8,02e-037	***
Moyennederestric~	-0,0373378	0,0130765	-2,855	0,0043	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,9838	Éc. type régression	0,197069		
R2 within	0,983834	R2 intra	0,313335		
F(144, 2935) - LSDV	1240,441	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	706,4771	Critère d'Akaike	-1122,954		
Critère de Schwarz	-248,2149	Hannan-Quinn	-808,7338		
rho	0,874567	Durbin-Watson	0,250809		

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(5, 2935) = 267,856$

avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 267,856) = 1,97415e-236$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus

Statistique de test: $F(139, 2935) = 244,344$

avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 244,344) = 0$

Test 15 : International travel controls- MCO

Modèle 12: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: \ln AnnuairemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.62022	0.130700	-27.70	6.03e-151	***
sq_ \ln PIBpercapit~	0.0382122	0.000773054	49.43	0.0000	***
\ln Population	-0.0150852	0.00741746	-2.034	0.0421	**
Populationurbain~	0.0141954	0.000889779	15.95	4.11e-55	***
IndustrieduPIB	0.0349434	0.00118690	29.44	4.78e-168	***
Moyennedeinterna~	-0.0542999	0.0187295	-2.899	0.0038	***
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1570.090	Éc. type régression	0.714678		
R2	0.777324	R2 ajusté	0.776962		
F(5, 3074)	2146.165	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3332.684	Critère d'Akaike	6677.367		
Critère de Schwarz	6713.564	Hannan-Quinn	6690.370		
rho	0.967342	Durbin-Watson	0.042316		

Test 16 : International travel controls – Effet Fixe

Modèle 16: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: \ln AnnuairemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,78030	0,623388	-9,272	3,42e-020	***
\ln _sq_PIBpercapit~	0,0830237	0,00522585	15,89	1,38e-054	***
\ln _Population	0,234560	0,0428316	5,476	4,71e-08	***
Populationurbain~	0,0169461	0,00179555	9,438	7,49e-021	***
IndustrieduPIB	0,0132980	0,00104269	12,75	2,69e-036	***
Moyennedeinterna~	-0,0278058	0,00554206	-5,017	5,55e-07	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,3285	Éc. type régression	0,196501		
R2 within	0,983927	R2 intra	0,317283		
F(144, 2935) - LSDV	1247,732	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	715,3570	Critère d'Akaike	-1140,714		
Critère de Schwarz	-265,9747	Hannan-Quinn	-826,4935		
rho	0,872183	Durbin-Watson	0,251425		

Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: $F(5, 2935) = 272,799$
 avec p. critique = $P(F(5, 2935) > 272,799) = 4,25201e-240$

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: $F(139, 2935) = 244,926$
 avec p. critique = $P(F(139, 2935) > 244,926) = 0$

Test 17 : Public information campaigns- MCO

Modèle 14: MCO empilés, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-3.62035	0.130571	-27.73	3.20e-151	***
sq_l_PIBpercapit~	0.0382491	0.000772481	49.51	0.0000	***
l_Population	-0.0148466	0.00741104	-2.003	0.0452	**
Populationurbain~	0.0141727	0.000889041	15.94	4.94e-55	***
IndustrieduPIB	0.0348811	0.00118625	29.40	1.10e-167	***
Moyennedepublic_~	-0.0903113	0.0246009	-3.671	0.0002	***
Moyenne var. dép.	0.718005	Éc. type var. dép.	1.513286		
Somme carrés résidus	1567.511	Éc. type régression	0.714091		
R2	0.777690	R2 ajusté	0.777328		
F(5, 3074)	2150.708	P. critique (F)	0.000000		
Log de vraisemblance	-3330.152	Critère d'Akaike	6672.304		
Critère de Schwarz	6708.500	Hannan-Quinn	6685.306		
rho	0.967121	Durbin-Watson	0.042108		

Test 18 : Public information campaigns – Effet Fixe

Modèle 18: Effets fixes, utilisant 3080 observations
 140 processus individuels inclus
 Dimension temporelle = 22
 Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	-5,90085	0,624031	-9,456	6,33e-021	***
l_sq_PIBpercapit~	0,0828719	0,00521953	15,88	1,59e-054	***
l_Population	0,240908	0,0428328	5,624	2,04e-08	***
Populationurbain~	0,0172894	0,00179756	9,618	1,39e-021	***
IndustrieduPIB	0,0133924	0,00104013	12,88	6,05e-037	***
Moyennedepublic_~	-0,0418160	0,00732037	-5,712	1,23e-08	***
Moyenne var. dép.	0,718005	Éc. type var. dép.	1,513286		
Somme carrés résidus	113,0437	Éc. type régression	0,196254		
R2 within	0,983968	R2 intra	0,318998		
F(144, 2935) - LSDV	1250,927	P. critique (F)	0,000000		
Log de vraisemblance	719,2318	Critère d'Akaike	-1148,464		
Critère de Schwarz	-273,7242	Hannan-Quinn	-834,2431		
rho	0,871938	Durbin-Watson	0,251472		

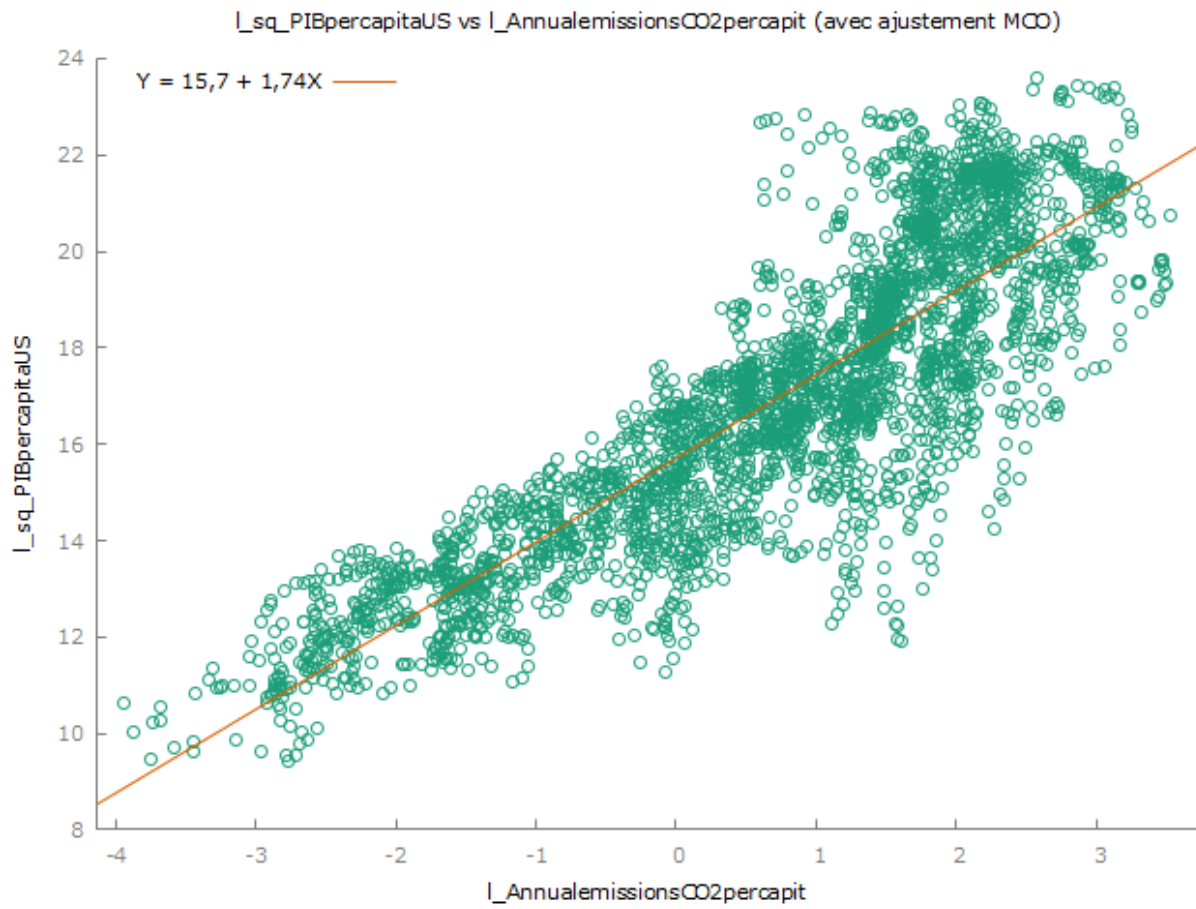
Test de significativité conjointe des régresseurs -

Statistique de test: F(5, 2935) = 274,965
 avec p. critique = P(F(5, 2935) > 274,965) = 1,06788e-241

Test de différence des constantes individuelles -

Hypothèse nulle: Constante commune pour tous les individus
 Statistique de test: F(139, 2935) = 245,019
 avec p. critique = P(F(139, 2935) > 245,019) = 0

Graphique 1 : Nuage de Point CO2 >< PIB



Test 19 : Matrice de Corrélation CO2 << PIB

Coefficients de corrélation, utilisant les observations 1:01 - 140:22
valeur critique à 5% (bilatérale) = 0,0353 pour n = 3080

Moyennedeschoo~	Moyennedeworkp~	Moyennedecance~	Moyennederestr~	Moyennedestay_~	Moyennedeclose~	Moyennederestr~	Moyenne
1,0000	0,9403	0,9414	0,9137	0,8743	0,8442		0,8561
	1,0000	0,9625	0,9487	0,8930	0,8435		0,8591
		1,0000	0,9735	0,8885	0,8174		0,8450
			1,0000	0,8807	0,8104		0,8164
				1,0000	0,8332		0,8729
					1,0000		0,8417
							1,0000

Test 20 : Matrice de corrélation entre toutes les variables

Coefficients de corrélation, utilisant les observations 1:01 - 140:22
valeur critique à 5% (bilatérale) = 0.0353 pour n = 3080

IndustrieduPIB	Populationurba~	l_Annualemissi~	sq_l_PIBpercap~	
1.0000	0.0991	0.2975	0.0353	IndustrieduPIB
	1.0000	0.7296	0.7506	Populationurba~
		1.0000	0.8284	l_Annualemissi~
			1.0000	sq_l_PIBpercap~
l_Population	Moyennedeschoo~	Moyennedeworkp~	Moyennedecance~	
0.1707	-0.0086	-0.0102	-0.0089	IndustrieduPIB
-0.0706	0.0535	0.0608	0.0558	Populationurba~
-0.1384	0.0361	0.0432	0.0331	l_Annualemissi~
-0.2249	0.0639	0.0815	0.0709	sq_l_PIBpercap~
1.0000	0.0456	0.0503	0.0370	l_Population
	1.0000	0.9403	0.9414	Moyennedeschoo~
		1.0000	0.9625	Moyennedeworkp~
			1.0000	Moyennedecance~
Moyennederestr~	Moyennedestay_~	Moyennedeclose~	Moyennederestr~	
-0.0112	-0.0030	0.0002	0.0170	IndustrieduPIB
0.0567	0.0381	0.0303	0.0438	Populationurba~
0.0354	0.0211	0.0167	0.0336	l_Annualemissi~
0.0768	0.0421	0.0257	0.0393	sq_l_PIBpercap~
0.0305	0.0532	0.0802	0.0778	l_Population
0.9137	0.8743	0.8442	0.8561	Moyennedeschoo~
0.9487	0.8930	0.8435	0.8591	Moyennedeworkp~
0.9735	0.8885	0.8174	0.8450	Moyennedecance~
1.0000	0.8807	0.8104	0.8164	Moyennederestr~
	1.0000	0.8332	0.8729	Moyennedestay_~
		1.0000	0.8417	Moyennedeclose~
			1.0000	Moyennederestr~
Moyennedeinter~	Moyennedepubli~			
-0.0190	-0.0283			IndustrieduPIB
0.0656	0.0544			Populationurba~
0.0363	0.0205			l_Annualemissi~
0.0797	0.0728			sq_l_PIBpercap~
0.0235	0.0215			l_Population
0.9241	0.9239			Moyennedeschoo~
0.9048	0.9349			Moyennedeworkp~
0.9321	0.9610			Moyennedecance~
0.9222	0.9552			Moyennederestr~
0.8285	0.8549			Moyennedestay_~
0.7755	0.7799			Moyennedeclose~
0.7935	0.7922			Moyennederestr~
1.0000	0.9584			Moyennedeinter~
	1.0000			Moyennedepubli~

Test Belgique

Test 21 : School closures – MCO (PIB quadratique)

Modèle 10: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
 Variable dépendante: $\ln_{\text{AnnuairemissionsCO2percapit}}$
 Omis pour cause de multicollinéarité parfaite : $\ln_{\text{PIBpercapitaUS}}$

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.1183	10.4843	3.827	0.0015	***
IndustrieduPIB	0.0501643	0.0163719	3.064	0.0074	***
Populationurbain~	0.780057	0.204907	3.807	0.0016	***
$\ln_{\text{sq_PIBpercapit}}$	0.0192148	0.0230260	0.8345	0.4163	
$\ln_{\text{Population}}$	-7.12368	1.29055	-5.520	4.66e-05	***
Moyenneschool~	-0.0802516	0.0220675	-3.637	0.0022	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.006970	Éc. type régression	0.020872		
R2	0.986523	R2 ajusté	0.982311		
F(5, 16)	234.2362	P. critique (F)	2.26e-14		
Log de vraisemblance	57.41209	Critère d'Akaike	-102.8242		
Critère de Schwarz	-96.27792	Hannan-Quinn	-101.2821		
rho	-0.386041	Durbin-Watson	2.688081		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 18 ($\ln_{\text{sq_PIBpercapitaUS}}$)

Test 22 : School closures – MCO (PIB cubique)

Modèle 7: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
 Variable dépendante: $\ln_{\text{AnnuairemissionsCO2percapit}}$

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.7342	10.2876	3.960	0.0011	***
IndustrieduPIB	0.0496386	0.0162736	3.050	0.0076	***
Populationurbain~	0.785693	0.204121	3.849	0.0014	***
$\ln_{\text{Population}}$	-7.17796	1.27516	-5.629	3.77e-05	***
$\ln_{\text{PIBpercapitaUS}}$	0.000110536	0.000139288	0.7936	0.4391	
Moyenneschool~	-0.0801528	0.0221090	-3.625	0.0023	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.006998	Éc. type régression	0.020914		
R2	0.986469	R2 ajusté	0.982240		
F(5, 16)	233.2891	P. critique (F)	2.33e-14		
Log de vraisemblance	57.36812	Critère d'Akaike	-102.7362		
Critère de Schwarz	-96.18999	Hannan-Quinn	-101.1941		
rho	-0.382585	Durbin-Watson	2.681542		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 ($\ln_{\text{PIBpercapitaUS_cubique}}$)

Test 23: Workplace closures- MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX					
Modèle 11: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)					
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit					
Omis pour cause de multicollinéarité parfaite : \ln PIBpercapitaUS					
	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	39.7206	11.0655	3.590	0.0025	***
IndustrieduPIB	0.0509013	0.0173159	2.940	0.0096	***
Populationurbain~	0.773686	0.211817	3.653	0.0021	***
\ln _sq_PIBpercapit~	0.0211156	0.0237523	0.8890	0.3872	
\ln _Population	-7.06420	1.32636	-5.326	6.82e-05	***
Moyennedeworkpla~	-0.0541995	0.0159071	-3.407	0.0036	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007378	Éc. type régression	0.021474		
R2	0.985734	R2 ajusté	0.981276		
F(5, 16)	221.1092	P. critique (F)	3.56e-14		
Log de vraisemblance	56.78648	Critère d'Akaike	-101.5730		
Critère de Schwarz	-95.02671	Hannan-Quinn	-100.0309		
rho	-0.393083	Durbin-Watson	2.662606		
Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 18 (\ln _sq_PIBpercapitaUS)					

Test 24: Workplace closures- MCO (PIB cubique)

Modèle 8: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)					
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit					
	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.3756	10.8579	3.719	0.0019	***
IndustrieduPIB	0.0503673	0.0172156	2.926	0.0099	***
Populationurbain~	0.779300	0.211014	3.693	0.0020	***
\ln _Population	-7.11913	1.31042	-5.433	5.53e-05	***
\ln _PIBpercapitaUS~	0.000122403	0.000143678	0.8519	0.4068	
Moyennedeworkpla~	-0.0541281	0.0159366	-3.396	0.0037	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007407	Éc. type régression	0.021515		
R2	0.985679	R2 ajusté	0.981204		
F(5, 16)	220.2471	P. critique (F)	3.67e-14		
Log de vraisemblance	56.74412	Critère d'Akaike	-101.4882		
Critère de Schwarz	-94.94199	Hannan-Quinn	-99.94614		
rho	-0.389602	Durbin-Watson	2.656450		
Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln _PIBpercapitaUS_cubique)					

Test 25 : Public events cancellation – MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX					
Modèle 14: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)					
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit					
Omis pour cause de multicollinéarité parfaite : \ln _sq_PIBpercapitaUS					
	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	39.9572	10.6255	3.760	0.0017	***
IndustrieduPIB	0.0504472	0.0166015	3.039	0.0078	***
Populationurbain~	0.779241	0.206545	3.773	0.0017	***
\ln _Population	-7.10985	1.29869	-5.475	5.09e-05	***
\ln _PIBpercapitaUS	0.0394370	0.0463819	0.8503	0.4077	
Moyennedecancel~	-0.0685099	0.0191154	-3.584	0.0025	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007062	Éc. type régression	0.021009		
R2	0.986345	R2 ajusté	0.982078		
F(5, 16)	231.1489	P. critique (F)	2.51e-14		
Log de vraisemblance	57.26812	Critère d'Akaike	-102.5362		
Critère de Schwarz	-95.98998	Hannan-Quinn	-100.9941		
rho	-0.386968	Durbin-Watson	2.680168		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln _PIBpercapitaUS)

Test 26: Public events cancellation – MCO (PIB Cubique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX					
Modèle 10: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)					
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit					
	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.5838	10.4264	3.892	0.0013	***
IndustrieduPIB	0.0499186	0.0165029	3.025	0.0081	***
Populationurbain~	0.784871	0.205757	3.815	0.0015	***
\ln _Population	-7.16432	1.28319	-5.583	4.12e-05	***
\ln _PIBpercapitaUS~	0.000113676	0.000140286	0.8103	0.4296	
Moyennedecancel~	-0.0684235	0.0191513	-3.573	0.0025	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007090	Éc. type régression	0.021051		
R2	0.986291	R2 ajusté	0.982007		
F(5, 16)	230.2191	P. critique (F)	2.59e-14		
Log de vraisemblance	57.22439	Critère d'Akaike	-102.4488		
Critère de Schwarz	-95.90253	Hannan-Quinn	-100.9067		
rho	-0.383502	Durbin-Watson	2.673708		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln _PIBpercapitaUS_cubique)

Test 27 : Restriction gatherings – MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX					
Modèle 16: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)					
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit					
	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	39.7348	11.2580	3.529	0.0028	***
IndustrieduPIB	0.0509107	0.0176282	2.888	0.0107	**
Populationurbain~	0.769917	0.214190	3.595	0.0024	***
\ln _Population	-7.04307	1.33943	-5.258	7.80e-05	***
Moyennederestic~	-0.0320424	0.00963785	-3.325	0.0043	***
\ln _sq_PIBpercapit~	0.0216508	0.0240183	0.9014	0.3807	
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007530	Éc. type régression	0.021694		
R2	0.985441	R2 ajusté	0.980891		
F(5, 16)	216.5908	P. critique (F)	4.19e-14		
Log de vraisemblance	56.56263	Critère d'Akaike	-101.1253		
Critère de Schwarz	-94.57902	Hannan-Quinn	-99.58317		
rho	-0.397097	Durbin-Watson	2.658265		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 18 (\ln _sq_PIBpercapitaUS)

Test 28 : Restriction gatherings – MCO (PIB cubique)

Modèle 11: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
Variable dépendante: $\ln_{\text{AnnualementmissionsCO2percapit}}$

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.4000	11.0462	3.657	0.0021	***
IndustrieduPIB	0.0503756	0.0175269	2.874	0.0110	**
Populationurbain~	0.775525	0.213377	3.635	0.0022	***
$\ln_{\text{Population}}$	-7.09815	1.32327	-5.364	6.33e-05	***
$\ln_{\text{PIBpercapitaUS}}$	0.000125756	0.000145285	0.8656	0.3995	
Moyennederestric~	-0.0319997	0.00965561	-3.314	0.0044	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007558	Éc. type régression	0.021735		
R2	0.985386	R2 ajusté	0.980819		
F(5, 16)	215.7626	P. critique (F)	4.31e-14		
Log de vraisemblance	56.52111	Critère d'Akaike	-101.0422		
Critère de Schwarz	-94.49596	Hannan-Quinn	-99.50012		
rho	-0.393617	Durbin-Watson	2.652260		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 ($\ln_{\text{PIBpercapitaUS_cubique}}$)

Test 29: Stay at home requirements – MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX

Modèle 6: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
Variable dépendante: $\ln_{\text{AnnualementmissionsCO2percapit}}$

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	39.7606	10.9094	3.645	0.0022	***
$\ln_{\text{Population}}$	-7.08082	1.31617	-5.380	6.13e-05	***
IndustrieduPIB	0.0508109	0.0170625	2.978	0.0089	***
Populationurbain~	0.776157	0.209919	3.697	0.0020	***
$\ln_{\text{sq_PIBpercapit}}$	0.0206483	0.0235454	0.8770	0.3935	
Moyennedestay_ho~	-0.101386	0.0292009	-3.472	0.0031	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007261	Éc. type régression	0.021303		
R2	0.985961	R2 ajusté	0.981573		
F(5, 16)	224.7286	P. critique (F)	3.13e-14		
Log de vraisemblance	56.96255	Critère d'Akaike	-101.9251		
Critère de Schwarz	-95.37885	Hannan-Quinn	-100.3830		
rho	-0.390394	Durbin-Watson	2.667611		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 ($\ln_{\text{sq_PIBpercapitaUS}}$)

Test 30: Stay at home requirements – MCO (PIB cubique)

Modèle 6: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
Variable dépendante: $\ln_{\text{AnnualementmissionsCO2percapit}}$

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.4063	10.7049	3.775	0.0017	***
IndustrieduPIB	0.0502783	0.0169629	2.964	0.0091	***
Populationurbain~	0.781776	0.209123	3.738	0.0018	***
$\ln_{\text{Population}}$	-7.13562	1.30040	-5.487	4.97e-05	***
Moyennedestay_ho~	-0.101254	0.0292553	-3.461	0.0032	***
$\ln_{\text{PIBpercapitaUS}}$	0.000119480	0.000142428	0.8389	0.4139	
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007289	Éc. type régression	0.021344		
R2	0.985906	R2 ajusté	0.981501		
F(5, 16)	223.8405	P. critique (F)	3.23e-14		
Log de vraisemblance	56.91961	Critère d'Akaike	-101.8392		
Critère de Schwarz	-95.29297	Hannan-Quinn	-100.2971		
rho	-0.386914	Durbin-Watson	2.661340		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 ($\ln_{\text{PIBpercapitaUS_cubique}}$)

Test 31 : Public transports closures – MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX

Modèle 7: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	68.4697	12.5938	5.437	5.48e-05	***
l_Population	-6.49970	1.72579	-3.766	0.0017	***
IndustrieduPIB	0.00508224	0.0198194	0.2564	0.8009	
Populationurbain~	0.397879	0.247680	1.606	0.1277	
l_sq_PIBpercapit~	0.00990494	0.0321121	0.3084	0.7617	
Moyennedeclose_p~	0.230404	0.899200	0.2562	0.8010	
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.012679	Éc. type régression	0.028151		
R2	0.975483	R2 ajusté	0.967822		
F(5, 16)	127.3235	P. critique (F)	2.67e-12		
Log de vraisemblance	50.83028	Critère d'Akaike	-89.66056		
Critère de Schwarz	-83.11431	Hannan-Quinn	-88.11846		
rho	-0.346422	Durbin-Watson	2.691777		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 13 (Moyennedeclose_public_transpo)

Test 32 : Public transports closures – MCO (PIB cubique)

Modèle 12: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	68.8606	12.2304	5.630	3.76e-05	***
IndustrieduPIB	0.00466930	0.0196592	0.2375	0.8153	
Populationurbain~	0.402125	0.245831	1.636	0.1214	
l_Population	-6.53992	1.70133	-3.844	0.0014	***
l_PIBpercapitaUS~	5.44638e-05	0.000194381	0.2802	0.7829	
Moyennedeclose_p~	0.235272	0.901489	0.2610	0.7974	
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.012693	Éc. type régression	0.028165		
R2	0.975458	R2 ajusté	0.967789		
F(5, 16)	127.1886	P. critique (F)	2.69e-12		
Log de vraisemblance	50.81891	Critère d'Akaike	-89.63781		
Critère de Schwarz	-83.09156	Hannan-Quinn	-88.09571		
rho	-0.347752	Durbin-Watson	2.694489		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 7 (IndustrieduPIB)

Test 33 : Internal movements restrictions – MCO (PIB quadratique)

Modèle 19: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: l_AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	59.1232	8.20197	7.208	2.08e-06	***
IndustrieduPIB	0.0193267	0.0127506	1.516	0.1491	
Populationurbain~	0.598824	0.197060	3.039	0.0078	***
l_Population	-7.14039	1.36120	-5.246	8.00e-05	***
Moyennederestric~	-0.160160	0.0506794	-3.160	0.0061	***
sq_l_PIBpercapit~	0.000164818	0.00233627	0.07055	0.9446	
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007843	Éc. type régression	0.022141		
R2	0.984834	R2 ajusté	0.980095		
F(5, 16)	207.8017	P. critique (F)	5.80e-14		
Log de vraisemblance	56.11372	Critère d'Akaike	-100.2274		
Critère de Schwarz	-93.68119	Hannan-Quinn	-98.68535		
rho	-0.410828	Durbin-Watson	2.704226		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 19 (sq_l_PIBpercapitaUS)

Test 34: Internal movements restrictions – MCO (PIB cubique)

Modèle 13: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	59.2163	8.12117	7.292	1.81e-06	***
IndustrieduPIB	0.0191538	0.0126747	1.511	0.1502	
Populationurbain~	0.601551	0.196309	3.064	0.0074	***
\ln Population	-7.16169	1.35167	-5.298	7.21e-05	***
\ln PIBpercapitaUS~	6.57283e-06	0.000148254	0.04433	0.9652	
Moyennede restric~	-0.160324	0.0507054	-3.162	0.0060	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007845	Éc. type régression	0.022143		
R2	0.984831	R2 ajusté	0.980091		
F(5, 16)	207.7620	P. critique (F)	5.81e-14		
Log de vraisemblance	56.11165	Critère d'Akaike	-100.2233		
Critère de Schwarz	-93.67706	Hannan-Quinn	-98.68121		
rho	-0.411201	Durbin-Watson	2.705889		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln PIBpercapitaUS_cubique)

Test 35: International travel controls- MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX

Modèle 11: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	41.6791	12.5679	3.316	0.0044	***
\ln Population	-6.87988	1.44267	-4.769	0.0002	***
IndustrieduPIB	0.0480036	0.0197529	2.430	0.0272	**
Populationurbain~	0.723006	0.231137	3.128	0.0065	***
\ln _sq_PIBpercapit~	0.0241359	0.0261409	0.9233	0.3696	
Moyennede interna~	-0.0299232	0.0111558	-2.682	0.0164	**
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.008782	Éc. type régression	0.023429		
R2	0.983019	R2 ajusté	0.977712		
F(5, 16)	185.2426	P. critique (F)	1.43e-13		
Log de vraisemblance	54.86993	Critère d'Akaike	-97.73985		
Critère de Schwarz	-91.19360	Hannan-Quinn	-96.19775		
rho	-0.437628	Durbin-Watson	2.678030		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln _sq_PIBpercapitaUS)

Test 36: International travel controls- MCO (PIB cubique)

Modèle 17: MCO, utilisant les observations 2000–2021 (T = 22)
Variable dépendante: \ln AnnualementmissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	42.3824	12.3222	3.440	0.0034	***
IndustrieduPIB	0.0474806	0.0196414	2.417	0.0279	**
Populationurbain~	0.728561	0.230200	3.165	0.0060	***
\ln Population	-6.93491	1.42461	-4.868	0.0002	***
\ln PIBpercapitaUS~	0.000141503	0.000158114	0.8949	0.3841	
Moyennede interna~	-0.0298855	0.0111756	-2.674	0.0166	**
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.008809	Éc. type régression	0.023464		
R2	0.982967	R2 ajusté	0.977644		
F(5, 16)	184.6660	P. critique (F)	1.46e-13		
Log de vraisemblance	54.83622	Critère d'Akaike	-97.67244		
Critère de Schwarz	-91.12618	Hannan-Quinn	-96.13034		
rho	-0.434385	Durbin-Watson	2.673168		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln PIBpercapitaUS_cubique)

Test 37: Public information campaigns- MCO (PIB quadratique)

Fichier Édition Tests Enregistrer Graphiques Analyse LaTeX

Modèle 10: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: \ln _AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.0678	11.7393	3.413	0.0036	***
\ln _Population	-6.98724	1.37445	-5.084	0.0001	***
IndustrieduPIB	0.0504555	0.0184087	2.741	0.0145	**
Populationurbain~	0.757088	0.220268	3.437	0.0034	***
\ln^2 _PIBpercapit~	0.0227997	0.0247336	0.9218	0.3703	
Moyennedepublic~	-0.0487170	0.0156878	-3.105	0.0068	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007944	Éc. type régression	0.022282		
R2	0.984640	R2 ajusté	0.979840		
F(5, 16)	205.1380	P. critique (F)	6.42e-14		
Log de vraisemblance	55.97398	Critère d'Akaike	-99.94796		
Critère de Schwarz	-93.40170	Hannan-Quinn	-98.40586		
rho	-0.409925	Durbin-Watson	2.655929		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln^2 _PIBpercapitaUS)

Test 38: Public information campaigns – MCO (PIB cubique)

Modèle 18: MCO, utilisant les observations 2000-2021 (T = 22)
Variable dépendante: \ln _AnnualemissionsCO2percapit

	coefficient	éc. type	t de Student	p. critique	
const	40.7534	11.5162	3.539	0.0027	***
IndustrieduPIB	0.0499211	0.0183042	2.727	0.0149	**
Populationurbain~	0.762681	0.219420	3.476	0.0031	***
\ln _Population	-7.04252	1.35767	-5.187	8.99e-05	***
\ln _PIBpercapitaUS~	0.000132983	0.000149608	0.8889	0.3872	
Moyennedepublic~	-0.0486520	0.0157162	-3.096	0.0069	***
Moyenne var. dép.	2.312564	Éc. type var. dép.	0.156932		
Somme carrés résidus	0.007972	Éc. type régression	0.022321		
R2	0.984586	R2 ajusté	0.979769		
F(5, 16)	204.4007	P. critique (F)	6.60e-14		
Log de vraisemblance	55.93498	Critère d'Akaike	-99.86996		
Critère de Schwarz	-93.32371	Hannan-Quinn	-98.32786		
rho	-0.406480	Durbin-Watson	2.650322		

Constante mise à part, la probabilité critique est la plus élevée pour la variable 21 (\ln _PIBpercapitaUS_cubique)