

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE  
École de gestion

Impact des mesures environnementales sur la relation commerciale entre les  
pays de l'Union européenne et  
le groupe APE de la Communauté pour le Développement de l'Afrique  
Australe (CDAA)

Par Appoutou Jonas Drigba

Sous la direction de : Martino Pelli

Lectrices : Jie He et Valérie Vierstraete

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise en économie

Septembre 2019

## REMERCIEMENTS

*Mes remerciements vont tout d'abord à mon directeur de recherche Martino Pelli qui, malgré ses nombreuses occupations, a sacrifié son temps pour encadrer ce travail avec rigueur et cordialité.*

*Mes sincères remerciements s'adressent à Naser Outchiri et Christian Kouakou pour m'avoir apporté de l'aide dans l'élaboration de ma base de données, en dépit de leur emploi du temps.*

*Je remercie particulièrement ma famille de m'avoir soutenu émotionnellement et principalement mon père pour son soutien financier tout au long de mes études.*

## RÉSUMÉ

Afin d'améliorer la qualité de l'air, certaines régions des pays développés, comme l'Union européenne, renforcent leurs mesures environnementales. Par contre, le niveau des mesures environnementales reste faible au niveau des pays sous-développés et en voie développement. Cette différence peut transformer ces régions en havres de pollution. L'Union européenne et les pays de la Communauté de Développement de l'Afrique Australe (CDAA) signe un Accord de Partenariat Économique (APE) qui est un accord de libre-échange. Le but de notre étude est de vérifier si cette région africaine constitue un havre de pollution pour les pays de l'Union européenne. Dans ce contexte, nous analysons les effets du renforcement des mesures environnementales sur les importations européennes de biens polluants en provenance des pays de la CDAA.

Pour effectuer cette analyse, nous utilisons une interaction entre une variable sur les mesures environnementales et une sur l'intensité énergétique des secteurs des pays de la CDAA. Nous optons pour un modèle à effets fixes (années par pays importateurs et par pays exportateurs) pour estimer les effets du renforcement des mesures environnementales. Les résultats confirment si l'hypothèse des havres de pollution et montrent si le renforcement des mesures environnementales fait croître les importations des produits intensifs en pollution.

À partir de ce constat, nous observons si le renforcement des mesures environnementales dans le but d'améliorer la qualité de l'air reste inefficace ou non. Le havre de pollution présente seulement une délocalisation de pollution locale qui à long terme, avec l'ascension du commerce international, entraîne une pollution globale. Les recherches ultérieures devraient prendre en compte la pollution globale et la pollution locale pour trouver par la suite une solution afin d'améliorer la qualité de l'air.

Mots clés : Pollution de l'air, mesures environnementales, commerce international, modèle de gravité.

# Table des matières

<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>3</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>6</b>
<b>SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>I. RELATION COMMERCIALE ENTRE L'UNION EUROPÉENNE ET LES PAYS DE LA COMMUNAUTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE L'AFRIQUE AUSTRALE.....</b>	<b>14</b>
<b>II. REVUE DE LITTÉRATURE.....</b>	<b>19</b>
<b>III. LES FONDEMENTS THÉORIQUES DU MODÈLE DE GRAVITÉ.....</b>	<b>28</b>
1. Les effets frontières ou « <i>border effects</i> ».....	33
2. Effet distance puzzle.....	35
<b>IV. DONNÉES.....</b>	<b>36</b>
1. Description des importations.....	36
2. Description de la variable de distance et de contiguïté.....	39
3. Description de la variable de l'intensité énergétique.....	41
4. Description de la variable de rigueur de la réglementation environnementale.....	44
5. Statistiques descriptives.....	48
a. Émission de <i>SO2</i> .....	48
b. Importations des pays européens.....	51
c. Exportations des pays de la CDAA.....	54
<b>V. ESTIMATION.....</b>	<b>56</b>
1. Le modèle.....	56
2. Résultats et interprétations.....	57
a. Moindres carrés ordinaires (MCO) et modèle à effets fixes.....	58
b. Test de robustesse.....	63
<b>VI. DISCUSSION.....</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>73</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>75</b>

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 1** : accords des partenariats signés avec les différentes communautés africaines.

**Tableau 2** : degré de libéralisation commerciale

**Tableau 3** : comparaison entre la base de données BACI et d'autres données de commerce international

**Tableau 4** : classement des cinq secteurs les plus intensifs en énergie et des cinq secteurs les moins intensifs en énergie

**Tableau 5** : émission de SO<sub>2</sub> par pays européen en µg/m<sup>3</sup>

**Tableau 6** : importation en dollars constants des pays européens de notre échantillon en provenance des pays africains de la CDAA.

**Tableau 7** : exportation en dollars constants des pays africains de la CDAA vers les pays européens de notre échantillon.

**Tableau 8** : estimation MCO et modèle à effets fixes

**Tableau 9** : test de robustesse

**Tableau 10** : estimation sous différents échantillons

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1 :** exportations de bien des pays africains avec les principaux partenaires, 2017.

**Figure 2 :** importation des pays de l'Union européenne en provenance de l'Afrique, 2017.

**Figure 3 :** variation dans les 28 pays de l'UE des émissions de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, PM10, et NMVOC (index, % 1999).

**Figure 4 :** évolution de l'émission de SO<sub>2</sub> dans les pays européens en µg/m<sup>3</sup> de 1999 à 2012.

**Figure 5 :** évolution des importations des pays européens en milliers de dollars américains constants.

**Figure 6 :** proportion (part) des importations européennes en provenance des pays de la CDAA sur l'importation européenne totale.

**Figure 7 :** évolution des exportations des pays de la CDDA.

## SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACP : Afrique, Caraïbes, Pacifique

APE : Accords de Partenariat Économique

AQFD : *Air Quality Framework Directive*

AFOA : Afrique Orientale et Australe

BACI : Base pour Analyse du Commerce International

BLS: *Bureau of Labor Statistics*

CAF : Coûts, Assurances et Fret

CEDEAO : Communauté Économique Des États de l'Afrique de l'Ouest

CDA : Communauté de Développement d'Afrique Australe

CEMAC : Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale

GTAP: *Global Trade Analysis Project*

CGTA: *Center for Global Trade Analysis*

COMTRADE ou UNCOMTRADE: *United Nations International Trade Statistics Database*

HS: *Harmonized Commodity Description and Coding System*

IDE : Investissements Directs Étrangers

MCO : Moindres Carrés Ordinaires

NBER: *National Bureau of Economic Research*

NAICS: *North American Industrial Classification System*

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OCDE : l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques

PAC : *Pollution Abatement Cost*

PIB : Produit Intérieur Brut

VA : Valeur Ajoutée

## INTRODUCTION

La pollution atmosphérique se présente comme l'un des sujets les plus abordés dans le monde. En effet, elle touche principalement la santé, le bien-être des humains ainsi que le changement climatique. La pollution de l'air entraîne plusieurs maladies respiratoires qui peuvent conduire au décès. Dans un communiqué de presse, l'Organisation Mondiale de la Santé annonce le décès de 600 000 enfants des suites d'infections aiguës des voies respiratoires causées par la pollution de l'air (OMS, 2019). Plusieurs pays développés, comme les États-Unis et les États de l'Union européenne, mettent en place des mesures environnementales dans le but d'améliorer la qualité de l'air. L'Union européenne met en place un ensemble de mesures avec le « *Air Quality Framework Directive* » (AQFD) et les États-Unis mettent de leur côté mis en œuvre le « *U.S. Clean Air Act* ». Les pays développés, conscients de l'augmentation de la pollution et de ses effets néfastes, redoublent d'efforts pour l'amélioration de la qualité de l'air. Ils appliquent de façon stricte des mesures environnementales accompagnées de sanctions pénales.

Cependant, les pays en voie de développement présentent des mesures environnementales généralement moins strictes par rapport à celles des pays développés. En effet, les pays émergents et en voie de développement sont connus pour leur manque de rigueur au niveau de la mise en application des mesures environnementales (Broner et al ,2012). Broner et al (2012) en s'intéressant aux déterminants des avantages comparatifs dans les industries polluantes trouve que la mise en application moins stricte des réglementations environnementales dans les pays constitue un avantage comparatif. Cet avantage comparatif entraîne la création d'industries polluantes qui transforment les pays hôtes en havre de pollution. Ceci se définit comme une zone géographique où les pays industrialisés délocalisent leurs filiales en raison de mesures environnementales moins contraignantes.

De plus, l'avantage comparatif dont disposent les pays moins réglementés constitue également une source de commerce. En effet, les pays moins réglementés possèdent en particulier des industries polluantes qui contribuent à l'augmentation du commerce des produits polluants.

Antweiler et al (2001) démontrent dans leurs recherches que l'ouverture au commerce international affecte la production et surtout une production intensive en pollution.



Eskeland et Harrison (2003) testent si les groupes multinationaux sont des refuges de pollution dans les pays émergents. L'étude de Eskeland et Harrison (2003) est effectuée sur les investissements directs étrangers américains dans trois pays en voie de développement (la Côte d'Ivoire, le Mexique et le Venezuela) pendant la période de 1982 à 1994. Les résultats montrent que l'augmentation des coûts de réduction de pollution (mesures environnementales) à partir de la valeur ajoutée dans les pays industrialisés, provoque une augmentation des investissements directs étrangers dans les secteurs polluants des trois pays en voie de développement.

Dans le même contexte, Ederington et Minier (2003) analysent la relation entre le commerce international et les politiques environnementales. Pour étudier cette relation, ils évaluent l'impact du renforcement des mesures environnementales sur le commerce international. Les mesures environnementales se caractérisent par les coûts de réduction de pollution et le commerce international par les importations nettes américaines de produits polluants allant de 1878 à 1992. Leur résultat indique que l'augmentation des mesures environnementales entraîne une augmentation des importations américaines de produits polluants. Cette différence au niveau de la protection environnementale par le biais du commerce international crée des havres de pollution à l'origine de la pollution locale.

À la lumière de ce contexte, nous jugeons pertinent de savoir si la mise en application des mesures environnementales des pays développés favorise la création de havres de pollution dans les pays en voie de développement.

L'intérêt pour les havres de pollution est visible en raison du nombre croissant de décès enregistrés et de l'installation des investisseurs étrangers en Afrique. Les données actuelles de l'OMS concernant les villes africaines montrent une augmentation des particules fines par rapport aux données précédentes (OMS, 2018). Les particules fines pénètrent dans les systèmes respiratoires et créent des maladies respiratoires, sources de nombreux décès en Afrique. Aussi, les havres de pollution sont à l'origine de la pollution globale qui peut s'amplifier à cause du commerce international.

Dans le même contexte, Cole et al. (2005) axent leurs recherches sur la relation entre les activités industrielles, les réglementations environnementales et la pollution de l'air. Ils vérifient, en plus des réglementations environnementales, si les activités industrielles en

relation avec l'intensité capitaliste ont un impact sur la qualité de l'air. Leur estimation est réalisée sur les émissions polluantes, mesurées séparément à partir de six polluants locaux qui sont : le dioxyde de soufre, l'oxyde d'azote, l'ammoniac, le monoxyde de carbone, les particules fines et le dioxyde de carbone. Cole et al. (2005) réalisent cette étude de la période de 1990 à 1998 et trouvent que les mesures environnementales contribuent à la réduction de l'utilisation des énergies industrielles. La réduction de l'utilisation des énergies entraîne la réduction de la pollution. Cette étude confirme que les mesures environnementales réduisent l'intensité de la pollution des pays développés. Aussi, ils montrent que les activités industrielles (capital humain, capital physique, utilisation d'énergie) ont une relation directe avec la pollution de l'air.

Ainsi, le renforcement des mesures environnementales pousse les pays développés à réduire la pollution et à délocaliser leurs activités polluantes vers d'autres pays.

Dans notre travail, nous nous intéressons à la relation commerciale entre les pays de l'Union européenne et les pays de la Communauté de Développement d'Afrique Australe (CDAA). En effet, l'Europe est l'un des principaux marchés et l'un des premiers clients des pays de la CDAA. Cet accord de libre-échange, signé en juin 2016, permet à l'Union européenne d'effectuer une ouverture commerciale vis-à-vis de la communauté d'Afrique australe, au point de supprimer les tarifs douaniers sur les échanges bilatéraux. Ce libre-échange effectué entre ces deux régions permet d'augmenter les échanges commerciaux entre l'Union européenne et la Communauté de Développement d'Afrique Australe. Les accords commerciaux existants entre l'Union européenne et les pays de la CDAA se nomment les Accords de Partenariat Économique (APE). Ce sont des accords de libre-échange entre l'Union européenne et les pays dits ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique). L'accord permet l'ouverture commerciale des pays africains, des Caraïbes et du Pacifique pour profiter de produits et services européens. Cet accord permet de réduire les barrières douanières tarifaires et non tarifaires afin de faciliter les échanges commerciaux. Parmi les pays de cet accord de libre-échange, l'Afrique enregistre cinq communautés qui sont : la Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), la Communauté de l'Afrique de l'Est (CAE), l'Afrique Orientale et Australe (AFOA), la Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale (CEMAC) et la Communauté de Développement d'Afrique Australe (CDAA) (tableau 1).

Dans la suite de ce travail, nous tentons de répondre à la question suivante : la mise en application stricte des mesures environnementales a-t-elle un impact sur les importations des produits polluants de l'Union européenne qui proviennent des pays de la CDAA ?

Notre échantillon est constitué de cinq pays parmi les six de la CDAA des accords APE que sont le Botswana, l'Afrique du Sud, le Lesotho, la Namibie et le Swaziland. Quant au Mozambique qui est le sixième pays de la CDAA, il ne fait pas partie de notre échantillon, car il ne donne pas sa décision à l'accord signé entre les pays de la CDAA et l'Union européenne en juin 2016. De plus, ce traité donne 100 % de suppression des droits de douane sur les cinq pays signataires et 74 % pour le Mozambique sur le marché européen (commission européenne,2016).

Au niveau de l'Union européenne, notre échantillon est constitué de sept pays du fait des données manquantes sur le nombre de dépassements de la valeur limite horaire d'émissions de polluants (mesures environnementales) dans les autres pays de l'Union européenne. En effet, le nombre de dépassements de la valeur limite horaire d'émissions de polluants détermine le nombre de zones (les zones qui contiennent des points de prélèvement d'émission) contraintes par les mesures environnementales. Ces zones sont délimitées par les États membres de l'Union européenne. Les stations de prélèvements représentent déterminent le niveau d'émission des polluants. Les pays membres de l'Union européenne qui constituent notre échantillon sont la France, l'Allemagne, le Pays-Bas, l'Espagne, l'Italie, la Suède et la Belgique qui sont les plus grands partenaires commerciaux des pays africains.

Nous créons dans un premier temps une variable indicatrice capable de déterminer si les mesures environnementales sont appliquées de manière stricte ou non. Cette variable se construit à partir de l'« *Air Quality Framework Directive* » (AQFD). L'AQFD fixe les seuils d'émission des polluants et prend des mesures judiciaires dans le cas de non-respect de ces valeurs limites horaires. Par exemple, le 17 mai 2018, la Commission européenne saisit la Cour de justice de l'Union européenne au sujet de l'Allemagne, de la Roumanie, du Royaume-Uni, de Hongrie et de la France dans le cas de non-respect des valeurs limites horaires fixées. Parmi les mesures prises à la suite de cette situation, la

réduction du volume de l'utilisation de carburant et le passage aux voitures électriques sont exigés. La variable indicatrice prend la valeur 1 si le seuil limite du polluant est dépassé au moins 24 fois ou sur 24 heures (équivalent d'une journée) dans l'année et zéro dans le cas contraire. L'évaluation s'effectue par heure à partir de la station de prélèvement des émissions des polluants. Dans le cas de la variable indicatrice, nous utilisons les zones qualifiées d'« agglomérations »<sup>1</sup> que contient chaque pays membre de l'Union européenne.

Dans un deuxième cas, pour vérifier la robustesse de nos résultats, nous créons une variable qui compte le nombre de dépassements de la valeur limite au sein de chaque pays européen. Faute de disponibilité des données sur l'intensité énergétique des secteurs des pays africains, nous calculons la variable de l'intensité énergétique sectorielle à partir de la base de données sur les secteurs américains du « *National Bureau of Economic Research* » (NBER). En effet, nous utilisons cette base de données pour catégoriser les secteurs des plus intenses aux moins intenses. Grâce à ce classement en fonction de l'intensité énergétique, nous catégorisons les secteurs selon qu'ils sont polluants ou non polluants. Copeland et Taylor (2004) affirment que le fait de catégoriser les industries nous donne des données sur les échanges commerciaux de biens « sales » (intenses en pollution) et « propres » (non polluants), pour effectuer des analyses dans le cadre des havres de pollution. Ils spécifient que le classement s'effectue à l'aide des données américaines, soit sur la base de l'intensité d'émission ou de l'intensité énergétique. À partir de ces données, nous analysons les importations de biens intenses en pollution. Cette base de données représente de façon exhaustive tous les secteurs énergétiques ainsi que leurs intensités. Nous utilisons la méthodologie de Boyd et Curtis (2014) qui consiste à effectuer une régression linéaire du logarithme des dépenses en énergie sur le logarithme de la valeur ajoutée des secteurs, pour identifier la spécification de l'intensité énergétique.

Les données sur les importations proviennent de la base de données « Base pour Analyse du Commerce International » (BACI). Nous utilisons un modèle de gravité pour analyser

---

<sup>1</sup> Selon l'article 2 Directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999, « une zone caractérisée par une concentration de population supérieure à 250 000 habitants ou, lorsque la concentration de population est inférieure ou égale à 250 000 habitants, une densité d'habitants au kilomètre carré qui justifie pour les États membres l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant ». (Directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999.)

les impacts de l'application des mesures environnementales sur les importations de produits intensifs en énergie. Nous nous inspirons des travaux de Bagayev et Lochard (2017) et effectuons l'interaction entre la variable sur les mesures environnementales et l'intensité énergétique des secteurs américains, dans le but de tester notre hypothèse. Notre hypothèse vérifie si la mise en vigueur des mesures environnementales des pays européens a un impact sur les importations de produits intensifs en énergie des pays européens de notre échantillon en provenant des cinq pays africains que nous étudions.

Dans notre méthodologie, nous procédons en premier lieu par la méthode des moindres carrés ordinaires. La régression s'effectue sur sept pays de l'Union européenne et cinq pays du CDAА sur une période allant de 1999 à 2009. Nous trouvons que la mise en application des mesures environnementales augmente les importations des biens des secteurs intensifs à hauteur de 0,249 %. Cependant, cette régression donne des estimateurs biaisés du fait de variables omises (les coûts de transports, les langages communs, etc.) dans le modèle. Pour tenter de résoudre le problème des variables omises, nous estimons un modèle avec effets fixes années par pays importateurs et pays exportateurs.

À la suite de l'introduction de ces effets fixes, il apparaît que le renforcement des mesures environnementales affecte de façon significative l'importation de produits intensifs en pollution à hauteur de 0,28 %. Quant à la variation de l'intensité énergétique, elle a un impact de 0,97 % sur l'augmentation des importations.

Les résultats mentionnés sont soutenus par un ensemble de tests de robustesse. Le test de robustesse se présente en deux parties. Premièrement, nous insérons de nouvelles variables dans notre estimation, ensuite nous estimons notre modèle sous différents échantillons. Des résultats du premier test de robustesse, nous retenons que le renforcement des mesures environnementales affecte à hauteur de 0,293% les importations en produits intensifs en pollution, lorsque les secteurs deviennent des secteurs les plus intensifs en pollution. Pour le second test de robustesse, nous analysons le renforcement des mesures environnementales par la mise en vigueur du respect sans marge de tolérance des valeurs limites horaires d'émission à partir de 2005. Nous trouvons que les effets du renforcement des mesures environnementales font varier de

0,313 % l'augmentation des importations de produits intensifs en pollution. Par la suite, nous supprimons les observations sur l'Afrique du Sud à cause de son niveau de revenus plus élevé par rapport aux autres pays de la CDAA. Nous trouvons que le renforcement des mesures environnementales européennes sur les importations de biens polluants engendre une augmentation à hauteur de 0,642 %. Ce test montre que l'Afrique du Sud est plus réglementée au niveau de la protection environnementale que les autres pays. En général, tous ces tests indiquent que le renforcement des mesures environnementales favorise les importations de produits polluants qui proviennent des pays de la CDAA.

Notre étude se structure en six parties. La première partie présente la relation commerciale entre l'Union européenne et les pays de la CDAA. En deuxième partie, nous abordons la revue de littérature sur les effets des havres de pollution. La troisième partie présente quant à elle les fondements théoriques du modèle de gravité utilisé pour tester notre question de recherche. En quatrième partie, nous détaillons les différentes données de notre étude. En cinquième partie, nous précisons les résultats de notre estimation dans un modèle à effets fixes années par pays exportateurs et pays importateurs. Enfin, la sixième partie présente la discussion de nos résultats et est suivie de la conclusion.

## **I. RELATION COMMERCIALE ENTRE L'UNION EUROPÉENNE ET LES PAYS DE LA COMMUNAUTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE L'AFRIQUE AUSTRALE**

Les accords du partenariat économique se qualifient comme un libre-échange entre les pays de l'Union européenne et les pays dits ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique). Cet accord est pour la première fois signé en 1957 lors de la convention de Lomé au Togo. Ensuite, les deux partenaires signent un accord à Cotonou en 2000. Le but de celui-ci est de permettre l'ouverture des marchés régionaux des partenaires commerciaux, mais aussi de bénéficier des produits et services de la Communauté européenne. Le partenariat économique donne accès à la suppression des droits de douane et à un certain pourcentage sur les exportations de produits des pays ACP. En revanche, il maintient les droits sur les importations de biens vers les pays africains. En effet, les pays de l'ACP

peuvent librement exporter vers l'Union européenne sans droits de douane et importer des biens à des prix inférieurs. Ces accords constituent un libre-échange qui attire davantage d'investissements potentiels. Ces investissements favorisent l'industrialisation au point de permettre également l'exportation des produits transformés à forte valeur ajoutée. Aussi, les APE possèdent un caractère permanent qui démontre une certaine stabilité à long terme.

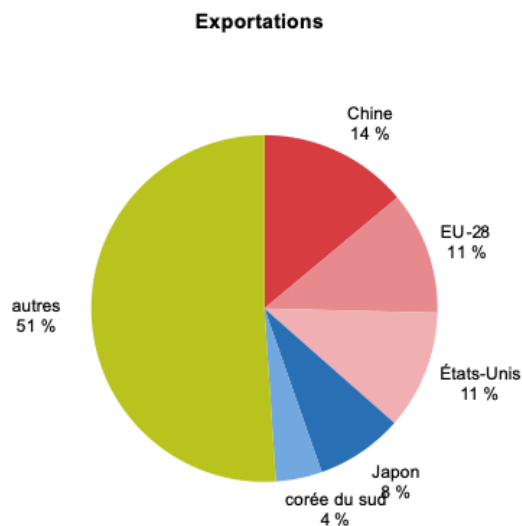


Figure 1 : Exportations de biens des pays africains avec les principaux partenaires, 2017  
Source : UNCTAD

La figure 1 montre que l'Union européenne et les États-Unis sont les deuxièmes partenaires principaux, avec 11 % chacun dans le cadre des exportations africaines, après la Chine qui compte 14 % de ces exportations. Le Japon recense dans ce cadre un taux de 8 % et la Corée du Sud un taux de 4 %. Nous comptons au niveau de l'Afrique 32 pays

signataires de l'accord du partenariat économique avec l'Union européenne cité par communauté dans le tableau 1.

Régions	Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale (CEMAC)	Communauté de l'Afrique de l'Est (CAE)	La Communauté de Développement d'Afrique Australe (CDA),	L'Afrique Orientale et Australe (AFOA)	Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)
Pays	Le Cameroun	Le Kenya, la Tanzanie, l'Ouganda, le Burundi et le Rwanda.	L'Afrique du Sud, l'Angola, le Botswana, le Mozambique, la Namibie, le Swaziland	Madagascar, le Zimbabwe, Maurice et les Seychelles.	Le Bénin, le Burkina Faso, le Cap Vert, la Côte d'Ivoire, la Gambie, le Ghana, la Guinée, la Guinée-Bissau, le Liberia, le Mali, le Niger, le Nigeria, le Sénégal, la Sierra Leone, le Maroc et le Togo

Tableau 1 : accords des partenariats signés avec les différentes communautés africaines.



De nombreux accords économiques sont établis entre l’Afrique et l’Union européenne (UE) ou encore entre certaines régions économiques de l’Afrique et l’UE. C’est dans ce cadre qu’un accord de partenariat économique (APE) est signé entre l’UE et la Communauté de Développement de l’Afrique Australe (CDAA).

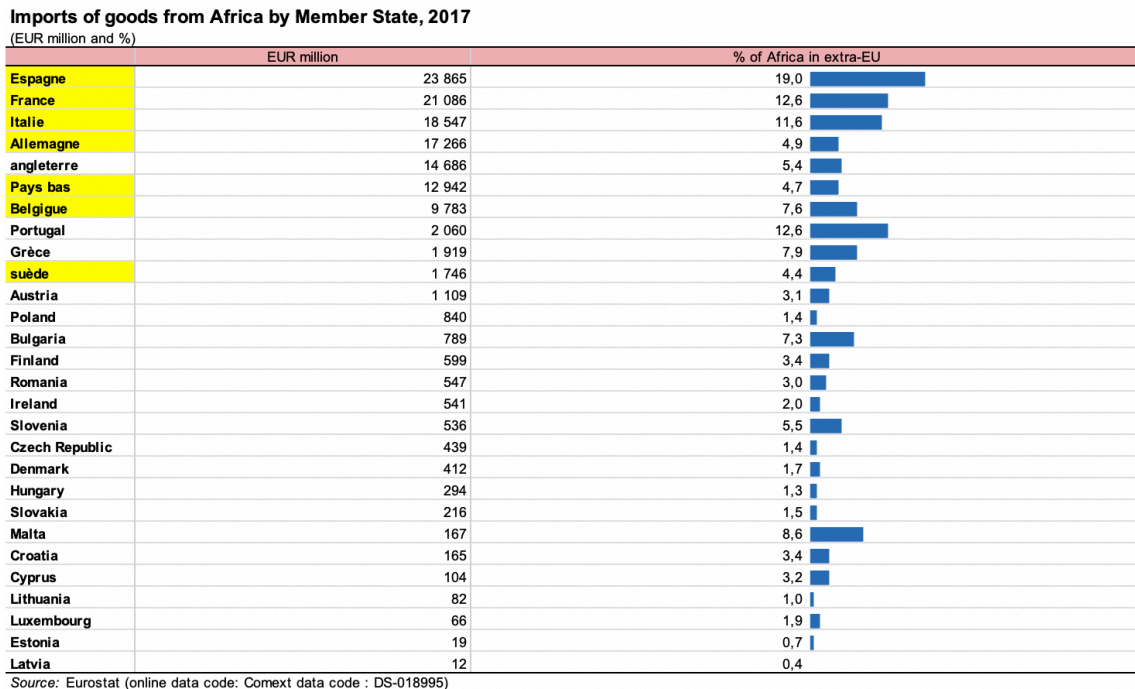
Le 10 juin 2016, au Botswana, un accord de libre-échange est signé entre les pays membres de la CDAA (Botswana, Lesotho, Mozambique, Namibie, Afrique du Sud et Swaziland). Cet accord donne aux pays de la CDAA un meilleur accès au marché européen. L’importance de cet accord tient au fait que l’UE est le plus grand partenaire commercial de la CDAA. L’UE exporte principalement vers le CDAA des produits de l’ingénierie, de l’automobile, des produits chimiques et importe principalement des produits miniers.

<b>Degré de libéralisation commerciale (en volume)</b>		
	<b>Droits de douane SUPPRIMÉS</b>	<b>Droits de douane actuels MAINTENUS</b>
<b>Ouverture de l’UE vis-à-vis des pays du groupe APE SADC, hors Afrique du Sud</b>	100% à l’exception des armes et des munitions	armes et munitions
<b>Ouverture de l’UE vis-à-vis de l’Afrique du Sud</b>	98.7% (complètement pour 96.2% et partiellement pour 2.5%)	1.3%
<b>Ouverture de la SACU vis-à-vis des produits de l’UE</b>	86.2% (complètement pour 74.1% et partiellement pour 12.1%)	13.8%
<b>Ouverture du Mozambique vis-à-vis des produits de l’UE</b>	74%	26%

Tableau 2 : degré de libéralisation commerciale. Source : *Commission européenne*

Le tableau 2 montre que l’ouverture commerciale des pays de l’Union européenne vis-à-vis des pays de la CDAA (sauf l’Afrique du Sud et le Mozambique) présente une suppression des droits de douane à hauteur de 100 %, excepté pour les armes et les

munitions. En revanche, l'ouverture du marché européen vis-à-vis de l'Afrique du Sud enregistre un taux de 98,7 %, pour la suppression des droits de douane et de 74 % pour le Mozambique, également excepté les armes et les munitions. Le but de cet accord est de réduire la pauvreté dans la communauté et d'entraîner une croissance économique durable. Ainsi, les pays de la CDAА peuvent bénéficier d'intrants de production comme des composants industriels. Ces chiffres traduisent l'importance des accords qui, sans le moindre doute, favorisent la montée des échanges entre l'UE et la CDAА. Quant au Mozambique, nous l'excluons de notre base de données, car elle ne fait pas part de son approbation par rapport aux conditions de l'accord de partenariat économique signé en juin 2016.



**Figure 2** : importation des pays de l'Union européenne en provenance de l'Afrique, 2017  
Source : Eurostat (online data code : Comext data code : DS-018995).

La figure 2 montre que l'Espagne, la France, l'Italie, l'Allemagne, l'Angleterre, les Pays-Bas, la Belgique, le Portugal, la Grèce et la Suède font partie des plus grands pays européens importateurs de produits en provenance de l'Afrique sur les 28 pays européens. Dans notre étude, nous gardons la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Espagne, l'Italie, la Suède et la Belgique, en raison de l'absence de données sur le

nombre de zones où des dépassements de la valeur limite horaire (mesure environnementale) sont constatés.

## II. REVUE DE LITTÉRATURE

Le sujet de notre revue de littérature relève des sources des havres de pollution. Les havres de pollution sont des zones avec des activités industrielles intensives en pollution, s'expliquant par la relocalisation dans ces zones des entreprises étrangères polluantes. La mise en place des mesures environnementales et l'ouverture commerciale se présentent comme des sources majeures des havres de pollution. Dans cette revue de littérature, les réglementations environnementales poussent les entreprises à se relocaliser dans les pays en voie de développement et la libéralisation commerciale permet d'importer les produits polluants vers les pays développés. Ces firmes relocalisées connaissent un essor dans ces pays, car en plus de la faible rigueur des mesures environnementales et de la libéralisation commerciale, les pays en voie de développement ont des caractéristiques propices aux activités polluantes. Ainsi, cette revue nous permet de nous demander si la rigueur environnementale a réellement un impact sur les importations.

L'étude des havres de pollution amène à comprendre l'effet des mesures environnementales sur le commerce international. Les mesures environnementales sont élaborées pour réduire les activités polluantes. Ces mesures poussent les pays développés à réduire ces activités intensives en pollution, mais génèrent un impact positif sur les importations. Levinson et Taylor (2008) étudient les données américaines sur la réglementation environnementale et le commerce international. Cette étude empirique utilise des données d'un panel, allant de 1977 à 1986 pour le Canada et le Mexique, de 130 industries manufacturées à 3 digits (3 chiffres) selon le code SIC (*Standard Industrial Classification*). Levinson et Taylor (2008) choisissent comme ensemble des mesures de réglementation les coûts de réduction de pollution pour analyser sa relation avec les importations. L'approche théorique se présente par une fonction linéaire des importations nettes ; cette fonction teste la relation existante entre les coûts de réduction de pollution et les importations. Les données sur les importations sont collectées par l'« *U.S. bureau of*

*the census* » et celles sur les coûts de réduction de pollution, nommée PAC (*Pollution Abatement Cost*), par l'*U.S. Census Bureau's Pollution Abatement Costs*. Dans l'analyse empirique, les auteurs divisent les secteurs en deux groupes, soit les secteurs avec des PAC plus faibles et un autre avec des PAC plus forts. Pour faire suite à cette division, ils trouvent que les 20 secteurs avec des PAC plus faibles dépensent 0,12 % de leur valeur ajoutée (VA) sur les coûts de réduction. En revanche, ceux qui ont des PAC plus forts dépensent 4,8 % de leur valeur ajoutée sur les coûts de réduction. Les premiers résultats présentent que les États-Unis importent des produits du Canada et du Mexique. Les effets fixes utilisés dans le modèle d'importation captent les différences cachées des coûts domestiques et étrangers. Le modèle réajusté par ces effets fixes confirme de façon significative que les PAC ont un impact positif sur les importations. Ces conclusions confirment que les mesures environnementales contribuent à une augmentation des importations. La démarche empirique est cohérente, car elle prend en compte les effets fixes et les instruments pour contrôler l'hétérogénéité et l'endogénéité.

Ederington et Minier (2003) vont plus loin dans l'analyse de la mise en place des réglementations environnementales. Dans leur recherche, ils analysent la relation existante entre le commerce international et les politiques environnementales. Pour étudier cette relation, ils mesurent la rigueur de la mesure environnementale qui se présente comme les coûts de réduction de pollution. Ils utilisent les données du panel des industries américaines à 4 chiffres selon le code SIC de 1878 à 1992. La variable dépendante se constitue des importations nettes américaines qui sont estimées à partir de la réglementation environnementale, des barrières commerciales et des effets fixes pour contrôler la variation du temps et les caractéristiques des secteurs industriels. Aussi, ces auteurs spécifient un autre modèle de régression linéaire où les mesures de réglementations environnementales sont la variable indépendante et les importations nettes sont une variable explicative. Lorsqu'ils utilisent la mesure de la réglementation environnementale comme variable exogène dans l'application des moindres carrés ordinaires (MCO), ils constatent l'effet positif des mesures environnementales sur les importations nettes. En revanche, lorsqu'elle devient une variable endogène, la variable des importations nettes a un impact négatif sur la variable des mesures

environnementales. Les résultats trouvés précédemment montrent un problème de simultanéité et de corrélation entre les variables qui est corrigé par l'application des moindres carrés ordinaires à trois niveaux (MCO3). Ainsi, à l'augmentation d'un point de coût de réduction de la pollution, nous observons une augmentation de 30 points au niveau des MCO et de 60 points au niveau des MCO3. Cette recherche répond aux limites que les articles sur la relation du commerce et des réglementations environnementales présentent antérieurement. Cette limite à laquelle ces auteurs remédient est la présentation de la variable de la réglementation comme une variable uniquement exogène.

Les résultats précédemment trouvés sur la relation significative du commerce international et de la rigueur environnementale permettent à Cave et Blomquist (2008) d'analyser cette relation entre les pays en voie de développement et les pays développés. En effet, le projet de recherche de ces auteurs teste l'hypothèse selon laquelle les importations des polluants en provenance des pays pauvres augmentent avec la mise en application des mesures environnementales des pays développés. Cette étude analyse la relation, à l'aide des données d'un panel allant de 1970 à 1990 sur des industries européennes (à 2 chiffres selon le code SIC) intensives en pollution et les importations européennes. Comme modèle théorique, les deux auteurs utilisent le logarithme de l'importation à partir du modèle de gravité pour se focaliser sur l'élasticité entre les importations européennes et les industries intensives en pollution. Cette démarche est pertinente, car elle s'appuie sur l'approche des avantages comparatifs des pays pauvres vis-à-vis des pays développés. Les résultats vont dans le même sens que l'hypothèse testée dans notre projet de recherche.

L'intensité de la rigueur des réglementations environnementales influence significativement les importations. Le déroulement de cette relation s'effectue avec l'existence des investissements directs étrangers (IDE). Les IDE se caractérisent par la relocalisation des entreprises multinationales dans des pays étrangers. Dans la recherche des sources de pollution, Cole et Elliott (2004) essayent de montrer que les pays en voie de développement attirent les IDE intensifs en pollution à cause de leurs intensités

capitalistiques. Selon Cole et Elliott (2004), les secteurs intensifs en pollution sont des secteurs intensifs en capital donc source de pollution. En ce sens, les pays avec une intensité capitalistique représentent un pays moins réglementé et attire des IDE intensifs en pollution. Pour tester l'hypothèse que les IDE se relocalisent principalement dans les pays étrangers moins réglementés par rapport à eux, ils utilisent les données américaines pour les pays développés, et les données mexicaines et brésiliennes pour les pays en voie de développement. Les données sont issues un panel couvrant la période de 1989 à 1994 sur des industries à 3 chiffres. Elles sont collectées par le Bureau d'analyse économique américain. Le modèle empirique utilisé est l'estimation des déterminants des secteurs des IDE américains au Brésil ou au Mexique. Les auteurs concluent que les dotations factorielles et les mesures environnementales ont un impact significatif dans l'existence des IDE. Cette assertion se vérifie dans la mesure où les pays abondants en capitaux et moins stricts en réglementation attirent les entreprises multinationales. Cependant, cette affirmation n'est pas totalement vérifiée, car dans la réalité les pays en voie de développement ne possèdent pas le capital accumulé nécessaire pour attirer les IDE.

Dans le même contexte, Cole et al. (2005) réfléchissent sur la relation entre les activités industrielles, les réglementations environnementales et la pollution de l'air. Ils vérifient en plus des réglementations environnementales si les activités industrielles alimentent une relation avec l'intensité capitalistique et affectent la qualité de l'air. L'estimation est effectuée sur les émissions polluantes, mesurées séparément à partir de six polluants qui sont : le dioxyde de soufre, l'oxyde d'azote, l'ammoniac, le monoxyde de carbone, les particules fines et le dioxyde de carbone. L'estimation est réalisée sur une base de données de 22 industries londoniennes avec des données dont le panel s'étend de 1990 à 1998. Les auteurs remarquent sur les 22 industries qu'une augmentation de 1 % d'énergie est suivie d'une augmentation comprise entre 0,25 % et 1,1 % d'intensité de pollution. De plus, ils trouvent comme résultat une réduction des intensités d'émissions, allant de 3 % à 15 %, lorsqu'intervient un changement dans la réglementation environnementale régionale. Ils concluent que l'intensité industrielle est liée par un effet positif à l'intensité capitalistique. Ensuite, il apparaît que la productivité, les dépenses industrielles en capital, en recherche et en développement s'opposent à l'évolution de la pollution. Quant aux réglementations environnementales, elles participent également à la réduction de la

pollution. De plus, les auteurs ajoutent également que les dépenses en capital et en recherche peuvent être source d'IDE.

La réflexion qui en découle permet de savoir si les IDE constituent réellement un havre de pollution et s'ils s'installent vraiment dans les pays moins réglementés. Mani et Wheeler (1998) mènent cette réflexion en analysant l'hypothèse supposant que les industries sales doivent plus augmenter dans les pays moins réglementés. Ils concluent que les havres de pollution semblent transitoires. Ils les représentent comme un paradis fiscal, ainsi ils considèrent que ce phénomène ne constitue pas un problème majeur. Toutefois, ils mentionnent le déplacement des pollutions dû au développement de ces pays vers des pays moins régulés. Eskeland et Harrison (2003) réfléchissent dans le même sens et vérifient si les groupes multinationaux sont des refuges de pollution dans les pays émergents. La démarche empirique est effectuée sur les investissements directs étrangers américains dans trois pays en voie de développement que sont la Côte d'Ivoire, le Mexique et le Venezuela durant la période allant de 1982 à 1994. Les investissements directs étrangers du Mexique et du Venezuela sont originaires des États-Unis tandis que ceux de la Côte d'Ivoire sont d'origine française. La variable dépendante est l'ensemble des secteurs industriels à 4 chiffres des IDE selon le code SIC. Le modèle empirique inclut parmi les variables exogènes les coûts de réduction de pollution ainsi que les importations. Les résultats empiriques montrent que si les coûts de réduction doublent à partir de 1,3 % de la valeur ajoutée, une augmentation des IDE dans les secteurs polluants dans les pays émergents intervient et est comprise entre 0,2 % à 1,5 %. Par contre, la taille de l'effet semble faible. Les auteurs ne trouvent aucune relation significative entre les investissements directs étrangers et les industries polluantes de ces pays émergents. Ils appuient cette conclusion par le fait que les industries américaines utilisent les énergies propres de façon efficiente dans ces pays. Ces auteurs remettent en question l'hypothèse que les IDE causent des havres de pollution. Cependant, ils ne rejettent pas l'idée de relocalisation des entreprises multinationales dans les pays émergents.

La littérature précédente ne vérifie ainsi pas totalement l'hypothèse sur les IDE comme havres de pollution. Nous axons la recherche sur la rigueur des réglementations environnementales pour pallier cette difficulté. Brunel et Levinson (2013) se concentrent sur la mesure de la rigueur de la réglementation environnementale. Ils répondent aux recherches sur la relation entre rigueur environnementale et investissements. Pour répondre aux différentes difficultés économétriques qui se présentent, ils mettent en place une mesure de rigueur fondée sur les émissions de pollution. Cette mesure détermine la rigueur des mesures environnementales à travers l'émissions des polluants émis par les industries. Elle permet de déterminer si les mesures environnementales sont appliquées de façon stricte ou non à travers une juridiction portée sur le seuil d'émissions des polluants. À travers une approche purement théorique, ils déterminent les havres de pollution avec l'impact de la rigueur environnementale. Hanna (2004) appuie cette idée par des recherches sur la réponse des firmes multinationales américaines par rapport au renforcement des réglementations environnementales. L'étude d'Hanna est réalisée à partir de panel compris entre 1966 et 1999 sur des données d'entreprises multinationales américaines. Les données sont collectées par le Bureau d'analyse économique du département de commerce et l'étude se base sur les activités des firmes multinationales américaines. L'analyse d'Hanna montre que lorsque la réglementation environnementale devient plus stricte, les actifs des multinationales à l'étranger augmentent de 5,3 % et la production de ces actifs augmente également de 9 %. Cette augmentation représente 0,6 % des actifs multinationaux domestiques en industries polluantes. Ainsi, l'auteur conclut que les entreprises multinationales augmentent les investissements directs étrangers face à l'augmentation de la rigueur réglementaire, mais de façon non proportionnelle. Cette affirmation défend l'hypothèse que les IDE existent à cause de l'impact de la rigueur environnementale. Les pays en voie de développement ne peuvent pas toujours posséder l'intensité capitaliste pour attirer les IDE, mais la rigueur environnementale contribue à cette relocalisation.

La rigueur environnementale ne touche pas seulement à l'existence des IDE dans les pays en voie de développement, mais elle affecte également les activités de ces firmes. Kellenberg (2009) expérimente ces affirmations en étudiant la relation entre les politiques commerciales, les politiques environnementales et les politiques des droits de propriété.



Le but de sa recherche détermine sans ambiguïté les effets des refuges de pollution. La variable dépendante est la valeur ajoutée des multinationales américaines propriétaires des filiales dans les pays hébergeurs. L'étude est effectuée sur 50 pays et 9 industries sur des données issues d'un panel allant de 1999 à 2003. Pour les pays développés, l'auteur trouve qu'ils ont une croissance rapide en matière de valeur ajoutée au niveau des filiales américaines : ainsi, il apparaît qu'un taux de croissance moyen de 81 % fait face à une chute des politiques environnementales de 2,5 %. En revanche, les pays qui ont un taux de croissance moyen de 9,5 % au niveau de la valeur ajoutée des filiales américaines rencontrent une augmentation de 14 % des politiques environnementales. Cette analyse appliquée aux pays en voie de développement montre que les pays qui ont une croissance élevée des valeurs ajoutées des filiales américaines connaissent une baisse des politiques environnementales de 12,56 %. En revanche, l'auteur trouve que les rigueurs environnementales affectent plus les industries électroniques que les industries communément polluantes telles que les industries minières. Il en conclut que les refuges de pollution ne recensent pas seulement des industries généralement appelées « industries polluantes ». Cette conclusion amène une forme de confusion sur la source de pollution. En effet, l'auteur démontre que les havres de pollution ne regorgent pas entièrement d'industries typiquement « sales ». Par cette analyse, nous découvrons que les entreprises multinationales ne sont pas toutes des entreprises « sales » et que la rigueur des réglementations environnementales a un impact sur les activités des multinationales. Aussi, les IDE ne sont pas toujours issus d'entreprises typiquement polluantes, mais regroupent d'autres industries. Nous comprenons alors pourquoi Eskeland et Harrison (2003) ne trouvent aucune relation entre les investissements directs étrangers et les industries « sales » de ces pays émergents.

En dépit de l'ambiguïté sur l'existence des investissements directs étrangers, nous analysons la dimension du commerce international dans le cadre des havres de pollution. La notion de commerce international nous montre pourquoi la relocalisation s'effectue face à l'augmentation de la rigueur des mesures environnementales. Ederington et al. (2004) vérifie l'idée selon laquelle le commerce international conduit à une relocalisation

d'industries polluantes qui a un impact sur la qualité environnementale. Ils essaient d'étudier le commerce international à travers la relocalisation des entreprises. La régression linéaire est effectuée avec pour variable dépendante les importations américaines en provenance de la base de données du commerce du NBER. Les coûts de réduction de la pollution proviennent de « *Pollution Abatement Costs and Expenditures* » (PACE). Les auteurs utilisent des données issues d'un panel allant de 1972 à 1974 sur des industries à 4 chiffres selon le code SIC. En revanche, ils concluent que la localisation des entreprises polluantes ne permet pas d'observer les effets du commerce international sur l'environnement.

Face à cette ambiguïté sur l'existence des IDE dans les refuges de pollution, Cole (2004) explique la relation entre le commerce international et la migration des industries polluantes des pays développés vers les pays en voie de développement avec la courbe environnementale de Kuznets. La courbe de Kuznets utilisée par Arrow et al (1996) établit une relation entre le niveau de richesse d'un pays et son niveau d'inégalité. Cette courbe devient la courbe environnementale de Kuznets avec les recherches de Grossman et Krueger (1991). Elle démontre que l'évolution du revenu par habitant d'un pays a un effet sur l'environnement. S'inscrivant dans ce contexte, Cole (2004) teste l'hypothèse des havres de pollution. Il effectue une démarche empirique comprenant les pays développés et les pays en voie de développement. Le modèle de la courbe environnementale de Kuznets a pour variable indépendante le logarithme de l'émission des polluants. Les pays développés sont les pays de l'OCDE et les pays en voie de développement sont les pays n'étant pas de l'OCDE. Cole (2004) montre que les havres de pollution existent, mais qu'ils sont limités et temporaires. Avec la courbe environnementale de Kuznets, il étudie six polluants d'air et quatre polluants d'eau. Comme première conclusion, il souligne que l'évolution des polluants est le même que le revenu par habitant. Il confirme cette affirmation par une relation positive entre la production manufacturée dans le PIB et la pollution. Cependant, il apparaît en deuxième conclusion que l'évolution de la pollution connaît une baisse à l'ouverture commerciale. Les conclusions appuient des hypothèses des havres de pollution, parce que les pays en voie de développement voient leur pollution augmenter en même temps que leurs revenus. La diminution de la pollution face aux hauts revenus des pays développés

s'explique par une forte demande de réglementation environnementale. Cette demande se présente par la rigueur des mesures environnementales.

Dans le contexte de la courbe environnementale de Kuznets, le niveau de richesse se présente comme crucial dans l'analyse des havres de pollution. Kahn (2003) teste l'hypothèse selon laquelle l'évolution du commerce conduit à l'évolution des pays pauvres en havres de pollution. Son choix se pose sur les États-Unis comme pays développé (haut niveau de revenus). Le choix porté sur les États-Unis se justifie par l'amélioration de la qualité environnementale et l'augmentation des échanges commerciaux. Cette amélioration est due à la réduction de la production industrielle. L'étude empirique est réalisée sur les importations américaines de 1958 à 1994. L'auteur utilise le modèle de gravité et le logarithme des importations comme variable indépendante. Dans sa recherche, il considère les États-Unis comme un pays démocratisé et les pays pauvres comme des pays non démocratisés. Il ne trouve aucune caractéristique permettant de conclure que les États non démocratiques sont des « paradis » de pollution. Il conclut que ces États ne sont pas des refuges de pollution des États-Unis. En revanche, il souligne le fait que les États-Unis importent des biens polluants en provenance des pays africains. Il appuie cette conclusion en affirmant que les différences technologiques et capitalistiques entre les pays développés et les pays en voie de développement permettent aux pays en voie de développement de produire des produits polluants. De façon logique, cette hypothèse est à prendre en considération, même si elle présente des limites. Cette prise en considération se justifie par l'existence réelle de havres de pollution au sein des pays pauvres versus une forte augmentation des mesures réglementaires dans les pays riches.

Les pays pauvres renferment effectivement des refuges de pollution, mais cette affirmation présente des réserves. Taylor (2004) met en avant la notion de caractéristique propre aux havres de pollution. Il défend l'idée de prendre en compte les caractéristiques des havres de pollution. Taylor affirme que d'autres facteurs liés aux caractéristiques des pays qui en présence de commerce international les transforment en havre de pollution. En plus des stocks capitalistiques, il soulève la caractéristique des intensités des activités industrielles, la qualité des gouvernances et d'autres déterminants de politiques

économiques. Enfin, il termine son constat avec le lien entre la technologie, le commerce et l'environnement. Il laisse entrevoir la possibilité de transferts de technologie entre les différents pays. Cette recherche nous permet de montrer que la croissance technologique entraîne un changement au niveau de la production des entreprises multinationales, qui elle peut aussi jouer sur la mise en place des mesures environnementales.

Au terme de notre synthèse, nous constatons que les pays développés rencontrent une forte demande de réglementations environnementales. Lors de leur croissance économique, les pays connaissent des activités industrielles intenses qui se manifestent par un accroissement de la pollution. L'élaboration des mesures réglementaires plus strictes s'explique par le niveau de pollution élevée que ces pays rencontrent. Face à ces mesures environnementales qui deviennent plus strictes, les entreprises de ces pays développés se délocalisent dans des pays moins réglementés. Cette délocalisation permet à ces pays de continuer leur production polluante ailleurs dans le monde et réimporter les produits de consommation. Les pays moins réglementés sont en général des pays pauvres qui se trouvent en pleine croissance. Elle peut également s'expliquer à partir du processus de croissance de tout pays. Cette délocalisation produit des IDE, qui dans certains cas peuvent être justifié par les hypothèses de havres de pollution. La libéralisation commerciale permet l'importation des produits polluants vers les pays développés. Selon Kahn (2003), en moyenne, les pays africains exportent des produits hautement polluants vers les États-Unis. Cette situation constitue un appui pour l'hypothèse de havres de pollution. Pour donner suite à cette logique, nous étudions l'effet de la rigueur des réglementations sur les importations européennes. Ces importations proviennent des secteurs des pays africains dont la pollution est intensive.

### **III. LES FONDEMENTS THÉORIQUES DU MODÈLE DE GRAVITÉ**

Dans cette section, nous expliquons les fondements théoriques du modèle de gravité et les effets des distances et des frontières. Le modèle de gravité peut se définir comme un modèle qui estime l'ampleur des flux commerciaux entre différents pays. Le modèle de

gravité est utilisé dans beaucoup de contextes tels que l'estimation des effets de taux d'échanges volatiles, des unions monétaires, de frontières et des utilisations de langage commun (Baldwin et Taglioni, 2006).

Le modèle de gravité en économie et commerce international s'inspire de la loi de la gravitation énoncée par Isaac Newton et publiée en 1687. La loi de la gravitation selon Isaac Newton détermine la force de gravité entre deux objets sous une forme d'attraction produite par la masse. En effet, lorsque deux objets de masses différentes s'attirent avec des forces de même valeur, ces forces sont inversement proportionnelles au carré de la distance entre les deux partenaires commerciaux. L'expression mathématique est telle que :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{M_A M_B}{d^2} \quad (1)$$

$F_{A/B}$  = Forces du corps A sur le corps B,  $F_{B/A}$  = Forces du corps B sur le corps A,  $G$  = Constante gravitationnelle,  $M_A$  = Masse du corps A,  $M_B$  = Masse du corps B.

Appliqué à l'économie du commerce international, le modèle de gravité défend que les échanges commerciaux entre deux régions soient proportionnels au produit des PIB des pays et inversement proportionnels à la distance qui les sépare (Tinbergen, 1962).

L'expression mathématique est :

$$X_{ij} = K \frac{Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\rho} \quad (2)$$

$X_{ij}$  = Les échanges bilatéraux entre les pays i et j,  $Y_i$  et  $Y_j$  = les PIB respectifs des pays i et j,  $D_{ij}$  = distance qui sépare les pays i et j et  $K$  = une constante.

L'expression (2) spécifie que le commerce entre les différents pays s'effectue aux dépens de la taille économique des partenaires économiques et de la distance qui les sépare. Ainsi, les pays avec une taille économique ont tendance à échanger entre eux, contrairement aux pays éloignés géographiquement qui enregistrent des flux commerciaux moins importants. Paul Krugman (1980) soutient que les pays relativement semblables en termes de PIB ont intérêt à commercer entre eux à cause des rendements croissants et des barrières commerciales.

Le modèle de gravité arrive à expliquer le phénomène complexe des flux commerciaux des différents pays par une modélisation empiriquement testable. Cette particularité se

fonde sur différentes hypothèses économiques qui sont la base théorique du modèle. S'inspirant des études de Feenstra (2004), nous expliquons comment le modèle de gravité se présente en un modèle à moindres équations et empiriquement testable.

Tout d'abord, la concurrence monopolistique se présente comme le contexte de marché utilisé pour le modèle de gravité. La concurrence monopolistique se caractérise par la liberté de sortir et d'entrer des entreprises. Cette liberté d'entrée et de sortie présente la concurrence du marché. En revanche, chaque entreprise se présente comme un monopole distinct à cause de la production de variétés uniques de produits différents.

À cet effet, chaque pays exporte des variétés uniques de produits différenciés pour chacun de leurs partenaires commerciaux. Pour maximiser leur profit à la suite de l'ouverture commerciale, les entreprises se sont spécialisées dans les variétés uniques de biens différenciés dans lesquelles elles possèdent un avantage comparatif. Nous sommes en présence d'une spécialisation complète, car nous admettons qu'il n'existe pas de coûts dans le changement de production d'un bien à un autre.

À ce stade, nous présentons deux situations démontrées par Feenstra (2004). La première est la situation de libre-échange où les pays possèdent des prix identiques (forme simpliste du modèle de gravité). La deuxième situation est celle où les pays possèdent des prix différents.

En plus de l'hypothèse sur le fait que les pays se spécialisent dans la production des variétés de biens différenciés, Feenstra (2004) ajoute trois autres hypothèses :

- (i) Les demandes sont homothétiques, identiques et représentées par une fonction d'utilité de type CES dans tous les pays.
- (ii) Absence des barrières commerciales (les coûts de transports sont supposés inexistants).
- (iii) Variété de produits d'un pays (exportateurs) est exportée vers tous les autres pays (des importateurs)

Soit un nombre  $C$  de pays ( $i, j$ ), soit ( $i, j= 1$  à  $C$ ) et ( $N$ ) nombre de variété de produits  $K$  soit ( $K= 1$  à  $N$ ).  $Y_k^i$  Représente la quantité de production de produits  $k$  du pays  $i$ . À partir de l'hypothèse (ii) sur l'absence des coûts de transport, nous normalisons les prix

des produits des pays à l'unité. Ainsi,  $Y^i$  qui est le PIB représente la somme de production dans les variétés des produits K dans le pays i tel que :

$$Y^i = \sum_{k=1}^N Y_k^i \quad (3)$$

Supposons que le PIB mondial est  $Y^m$  et est égal à la somme des PIB de tous les pays, nous avons :

$$Y^m = \sum_{i=1}^c Y^i \quad (4)$$

À présent, nous utilisons l'hypothèse (iv) qui représente l'équilibre budgétaire :

Soit  $S^j$  la part de dépense du pays j dans la dépense mondiale telle que :  $S^j = \frac{Y^j}{Y^m}$ .

Ainsi, selon les différentes hypothèses citées précédemment les exportations des produits k du pays i vers le pays (j) sont déterminées :

$$X_k^{ij} = S^j Y_k^i \quad (5)$$

Par rapport à tous les produits k, nous obtenons :

$$X^{ij} = \sum_{k=1}^N X_k^{ij} = S^j \sum_{k=1}^N Y_k^i = S^j Y^i = \frac{Y^i Y^j}{Y^m} = S^j S^i Y^m = X^{ji} \quad (6)$$

Ainsi, nous obtenons une forme simple des échanges bilatéraux dans le cas de libre échange :

$$X^{ij} + X^{ji} = 2 * \frac{Y^i Y^j}{Y^m} \quad (7)$$

Ensuite, nous passons à la deuxième situation où les prix dans les pays sont différents.

Nous introduisons dans le modèle les effets de frontières ou « *Border Effects* ». Les effets de frontières ont pour conséquence la présence des coûts du commerce (coûts de transport et barrières au commerce). Nous expliquons plus en détail cet effet dans la suite de notre recherche. Ainsi, les prix des pays sont supposés être différents.

À partir de l'hypothèse que les pays produisent un ensemble de variétés de biens uniques K et les exportent vers d'autres pays, la consommation totale des biens k dans le pays j est égale aux exportations des produits uniques K des pays i vers le pays j.

Soit  $C_k^{ij}$  les exportations de l'ensemble de produits k du pays i vers le pays (j), (U) la fonction d'utilité de type CES (Élasticité de substitution constante) et  $\sigma > 1$ , l'élasticité de substitution entre les produits :

$$U^j = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (C_k^{ij})^{(\sigma-1)/\sigma} \quad (8)$$

Dans le cas des prix différenciés, nous avons deux types de prix. Nous avons le prix  $p^i$  du produit vendu dans le pays i et le prix  $p^{ij}$  vendu dans le pays j et exporté de i vers j. La différence entre ces prix est les coûts de transports inclus dans le prix  $p^{ij}$  et non dans le prix  $p^i$ . Soit  $t^{ij}$  qui représente le surplus de coût dans les échanges commerciaux entre les partenaires.

$$p^{ij} = t^{ij} p^i \quad (9)$$

Supposons l'égalité des coûts de transport sur tous les produits k et l'égalité entre la consommation dans le pays j et l'ensemble des produits exportés de i vers j tels que ( $C_k^{ij} = C^{ij}$ ), l'équation (8) devient :

$$U^j = \sum_{i=1}^C N^i (C^{ij})^{(\sigma-1)/\sigma} \quad (10)$$

Considérant à présent  $C^{ij}$  comme la consommation dans le pays j de tous produits exportés à partir du pays i, le consommateur représentatif dans le pays (j) maximise son utilité sous la contrainte suivante :

$$Y^j = \sum_{i=1}^C N^i p^{ij} C^{ij} \quad (11)$$

À partir de l'hypothèse sur l'équilibre budgétaire,  $Y^j$  représente le PIB et la dépense agrégée du pays J. Nous maximisons l'équation (10) sous la contrainte de l'équation (11) et nous obtenons :

$$C^{ij} = \left( \frac{p^{ij}}{p^j} \right)^{-\sigma} \left( \frac{Y^j}{p^j} \right) \quad (12)$$

Avec  $p^j$  qui est l'indice de prix global du pays J qui s'exprime :

$$p^j = \left[ \sum_{i=1}^C N^i (p^{ij})^{(\sigma-1)} \right]^{(1/1-\sigma)} \quad (13)$$

En tenant compte de l'égalité  $C^{ij} = X^{ij}$  et en substituant l'équation (13) dans celle de l'équation (12) on obtient :

$$X^{ij} = N^i Y^j \left( \frac{p^{ij}}{p^j} \right)^{1-\sigma} \quad (14)$$

$N^i$  qui représente le nombre des variétés du produit K n'est pas observable, alors pour résoudre ce problème nous utilisons la condition de « zéro-profit » des entreprises. Aussi



nous utilisons l'hypothèse que la fonction de production des entreprises est la même partout avec le travail comme facteur de production.

$$\pi = 0 \Rightarrow \pi = py - w(\alpha + \beta y) = \left[ \left( \frac{\beta y}{\sigma - 1} \right) - \alpha \right] \quad (15)$$

$$\text{Nous obtenons : } \bar{y} = (1 - \sigma)^{\alpha} / \beta \quad (16)$$

$\bar{y}$  Représente la fonction de production fixe.

Si  $Y^i = N^i p^i \bar{y}$  et est introduit dans l'équation (14), nous obtenons :

$$X^{ij} = \frac{Y^i Y^j}{p^i \bar{y}} (p^{ij} / p^j)^{1-\sigma} \quad (17)$$

En remplaçant  $p^{ij}$  dans l'équation (9), nous avons l'équation (18):

$$X^{ij} = \frac{Y^i Y^j}{p^i \bar{y}} (t^{ij} / p^j)^{1-\sigma} \quad (18)$$

$t^{ij}$  est la variable qui représente les coûts des facteurs commerciaux entre les pays i et j.

Ainsi, la transformation logarithmique permet d'avoir une équation avec des coefficients facilement estimables. La présence des coûts de facteurs commerciaux dans le modèle de gravité a permis l'introduction des « effets frontière ». La variable  $t^{ij}$  à travers les « effets frontière » qui sont composés de plusieurs facteurs tels que la variable de distance ( $d_{ij}$ ).

## 1. Les effets frontières ou « *border effects* »

Dans cette section, nous démontrons que même en présence de libre-échange, les effets de frontières existent et peuvent constituer un obstacle au commerce dans deux régions similaires.

Cette notion nous permet de déterminer certains facteurs non pris en compte dans le modèle et qui peuvent être source de biais.

McCallum (1995) démontre l'existence des effets frontières dans le commerce international. Avec l'utilisation du modèle de gravité, il étudie les déterminants du commerce international et introduit l'impact des frontières sur le commerce des pays. Il suit la base théorique qui stipule que les échanges régionaux ont un effet régional moins important. Il effectue ces études empiriques sur les commerces nord-américains. Les pays

concernés sont les États-Unis et le Canada, deux pays très semblables au niveau de la culture, du langage et des institutions. Il utilise les données de statistiques du Canada qui introduisent les échanges interprovinciaux (dans le Canada) et inter-États (dans les États-Unis). Il analyse les échanges bilatéraux à l'intérieur d'une province, entre les provinces canadiennes, et ensuite il étudie les échanges bilatéraux entre les provinces canadiennes et les États américains. Il trouve comme résultat que les échanges interprovinciaux canadiens sont nettement plus importants : soit environ 20 fois plus importants que les échanges entre les provinces canadiennes et les États américains. La conclusion est que l'effet des frontières des pays reste toujours important. Ainsi, même si les barrières traditionnelles semblent supprimées, des « barrières fictives » existent. Faisant suite à cette démonstration des effets des frontières, Anderson et Van Wincoop (2003) améliorent ce phénomène. Plusieurs études font référence à une préférence des consommateurs vers les produits locaux par rapport aux produits étrangers. Cette hypothèse sur la préférence des consommateurs essaye de pallier la limite de l'équation de McCallum. Cependant, à partir d'une démarche empirique d'Anderson et Van Wincoop, le modèle de gravité traditionnel est estimé efficacement et de façon cohérente. Il spécifie le modèle de gravité avec la variable qui représente les « résistances multilatérales ». Cette spécification essaie de résoudre le problème de biais présenté par l'estimation du modèle de gravité traditionnel. Aussi, cette spécification débouche sur la mise en place des effets fixes, où nous avons :  $\Gamma_{IJ} = \alpha_0 Y_1^{\alpha_1} Y_2^{\alpha_2} D_{IJ}^{\alpha_3} e^{\theta_1 d_I + \theta_2 d_J}$ . L'étude empirique de ces auteurs est faite sur des données semblables aux données de l'étude de McCallum. Les résultats empiriques indiquent que les frontières entraînent une réduction du commerce de 44 % entre les provinces canadiennes et les États américains. C'est dans ce contexte que la variable de Distance qui représente l'éloignement entre les différents partenaires est mise en place (à discuter dans la prochaine session). Avec cette démarche, les auteurs arrivent à expliquer les résistances multilatérales ou les effets de frontière. Par cette explication et la mise en place de cette variable, la réduction du biais est effective, mais pas totale. Rose et Van Wincoop [2001] s'insèrent dans ce contexte pour canaliser complètement cet effet. À travers l'analyse des effets de l'Union européenne, ils réalisent que le commerce, surtout dans l'union monétaire européenne, augmente au-delà de 50 %. Selon cette affirmation, les unions monétaires faciliteraient le commerce par les

baisses des coûts [coûts de transport, etc..]. Ce raisonnement laisse entrevoir que la monnaie constitue une barrière au commerce international et permet à l'union monétaire de réduire les effets de frontière. Dans une étude empirique avec le modèle de gravité et une base de données incluant 1970 à 1995, les auteurs laissent entrevoir la notion d'« effet de prix » dans le commerce. Cette notion est utilisée comme proxy ou effets fixes. En confirmation à la mise en place des effets fixes par pays et par année, Baldwin et Taglioni [2006] expliquent la raison de l'application de ces effets fixes. Dans leur article, les auteurs neutralisent le biais causé par les résistances multilatérales expliquées par Anderson et Van Wincoops [2001]. En effet, les résistances multilatérales fonctionnent seulement avec des données en coupe transversale, ainsi l'utilisation de cette variable entraîne différentes formes de biais dans l'estimation économétrique du modèle. Pour la résolution de ces biais, ils utilisent des données en panel qui entraînent l'utilisation des effets fixes par pays et par années. Ces effets fixes se présentent comme des variables indicatrices sur les pays en fonction de la variation du temps. À cet effet, nous utilisons les effets fixes par années et par pays importateurs et exportateurs.

## **2. Effet distance puzzle**

L'« effet distance puzzle » nous montre que le modèle de gravité ne prend pas en compte certains effets de la distance dans sa spécification, tout comme les effets frontière. Selon Grosman (1998), l'estimation des effets de distance est très élevée en raison uniquement des coûts de transport. Ainsi, il montre qu'il existe des variables omises qui sont la cause de biais dans notre spécification du modèle de gravité.

Comme mentionné dans la section précédente, la distance entre les différents partenaires d'échange est un facteur à ne pas négliger. Il intervient dans les résistances multilatérales qui font face au commerce international. Carrère et al. (2010) montre qu'à travers les avantages de la régionalisation, la distance constitue un avantage pour les régions peu éloignées. Leurs travaux portent sur 124 pays dans une période allant de 1970 à 2006. Ils constatent une augmentation de 18 % de la distance sur le commerce des pays à faibles revenus entre 1970 et 2006. Lorsque la distance est doublée, il apparaît une réduction du commerce dans les pays à faibles revenus (de 2005 à 2006). Les pays proches accroissent

leur commerce entre eux, contrairement aux autres pays lointains, à cause principalement des coûts de transports. Ces coûts de transport sont assimilés à la variable distance. Cependant, Portes et Rey [2005] montrent que la variable distance qui représente la « distance puzzle » regorge d'autres aspects que les coûts de transports. Utilisant une base de données avec un panel de 14 pays de 1989 à 1996, Portes et Rey [2005] utilisent, en plus des coûts de transport, d'autres variables. Les variables sont la taille des marchés, la destination des pays et des proxys de la distance, comme les coûts d'informations. Ainsi, les résultats obtenus soutiennent l'hypothèse que les informations géographiques précisent que les coûts d'information sont des déterminants importants dans le commerce international. De plus, Disdier et Head [2008] confirment l'effet de distance en montrant empiriquement que la distance a un impact négatif sur le commerce. Ils concluent que 1 % d'augmentation de la distance entraîne une baisse de 37 % du commerce international.

## **IV. DONNÉES**

### **1. Description des importations**

Les importations dans notre étude constituent la variable dépendante. Elle provient de la base de données BACI (Base pour Analyse du Commerce International) et représente les flux commerciaux de notre étude. Gaulier et Zignago (2009) sont à l'origine de la base de données BACI. BACI est une base tirée de la base de données COMTRADE des Nations unies, reportée dans 150 pays. Cette base de données porte sur 5 000 produits de 200 pays et sa particularité utile pour notre recherche est sa codification à 6 chiffres (digits). Cette base de données nous permet d'avoir un haut niveau de désagrégation, une information importante pour identifier les produits échangés.

La nomenclature utilisée pour notre base de données est la HS (*Harmonized Commodity Description and Coding system*). Elle a pour spécificité de classer les produits échangés à travers le monde. Le HS est une nomenclature reconnue internationalement, elle représente un système harmonisé de codification des marchandises.

Ainsi, cette classification nous donne des informations sur les importations et les exportations de tous les produits échangés dans le monde. Les HS sont classées en quatre

temps : la première version en 1992 (nommée HSO), la deuxième en 1996 (nommée HS1), la troisième en 2002 (nommée HS2) et la quatrième en 2007 (nommée HS3). De plus, elles se présentent en quatre niveaux qui sont :

- niveau 1 : codé par les chiffres romains ;
- niveau 2 : codé par des chiffres à 2 — digits ;
- niveau 3 : codé par des chiffres à 4 — digits ;
- niveau 4 : codé par des chiffres à 6 — digits.

La base BACI correspond au niveau 4, codée par des chiffres à 6-digits. Nous avons comme exemple de HS-6 digits présents dans la base BACI : 291 431 le phénylacétone et le safrole. Dans notre étude, les digits représentent le nombre de chiffres présents dans un code, par exemple le produit « couscous » a comme code à six chiffres : 190 240.

La base BACI donne deux séries d'informations qui proviennent de deux sources différentes, à savoir les exportations et les importations. Normalement, les exportations et les importations sont identiques pour un produit et une année donnée. Dans les fondements théoriques du modèle de gravité, nous démontrons l'égalité de ces deux activités, cependant en pratique ce n'est pas le cas. En effet, les coûts de transport diffèrent au niveau des pays exportateurs et des pays importateurs. Ils entraînent une différence dans les valeurs au niveau des exportations et des importations. Les coûts de transport sont représentés par des taux. Au niveau des importateurs, le taux est la CAF (Coûts, Assurances et Fret) et celui des exportateurs est le FAB (Franco À Bord). Après leur estimation dans le modèle de gravité, ces taux sont retirés de la valeur d'importation et d'exportation. Cela est possible par l'utilisation de ces taux comme pondération dans la moyenne des valeurs et quantités. Ainsi, la base de données de BACI se présente comme un outil très utile pour l'analyse du commerce international à un fort degré de désagrégation. La base BACI permet de produire des quantités comparables en vue de comparaisons internationales. Elle utilise l'analyse miroir pour résoudre le problème des données manquantes, les problèmes économétriques que beaucoup de données de commerce international rencontrent. La désagrégation à 6 — digits de la base BACI permet de recenser les produits de façon précise dans les différents secteurs industriels. Ils existent plusieurs bases de données de commerce international, ces bases sont :

- la base NBER (*National Bureau of Economic Research*) vient de Feenstra et al. (2005) ;
- la base CHELEM (Comptes Harmonisés sur les Échanges et L'Économie Mondiale) qui provient de la CEPII (Centres d'Études Prospectives et d'Informations Internationales) ;
- la base GTAP (*Global Trade Analysis Project*) fournie de la CGTA (*Center for Global Trade Analysis*) ;
- la base COMTRADE où UNCOMTRADE (*United Nations International Trade statistiques Database*) qui provient de l'UNSD (*United Nations Statistics Division*).

Le tableau 3 présente la comparaison entre ces différentes bases de données :

	BACI	COMTRADE	NBER-UN	CHELEM	GTAP
<i>Period</i>	1995–2004	1995–2004	1962–2000	1967–2005	2001
<i>N. of countries/regions</i>	239	150	72	71	96
<i>Classification</i>	HS0	HS0	SITC	CHELEM	GTAP
<i>Desegregation level</i>	6-digit	6-digit	4-digits	3-digits	N.A
<i>N commodities</i>	5,041	5,041	1,276	71	57

Tableau 3: comparaison entre la base de données BACI et d'autres bases de données sur le commerce international

Source: *BACI International Trade Database at the Product-level the 1994–2007 Version*

Ainsi, on remarque que la base BACI se présente comme la base de données la plus désagrégée par rapport aux autres bases de données du commerce international. Le nombre de régions que la base contient est au nombre de 239, dépassant toutes les autres bases de données. Dans l'élaboration de notre base de données, nous agrégeons les données à 6 chiffres (HS6) en données à 4 chiffres (HS4). Cette agrégation nous permet

de catégoriser les produits échangés par secteur avec des codes à quatre chiffres. Cette agrégation des produits de six chiffres en des secteurs de quatre chiffres nous permet d'effectuer une correspondance avec la nomenclature SITC (*Standard International Trade Classification*). Le SITC est un système de classification des industries élaboré par les États-Unis à partir de la base NBER. Nous utilisons cette agrégation de 6 chiffres à 4 chiffres pour fusionner les données sur les importations aux données sur les intensités énergétiques des secteurs. Cette fusion nous permet de déterminer les exportations des secteurs catégorisées en fonction de leur intensité énergétique. Dans notre étude, nous utilisons les valeurs unitaires qui concernent les importations et les exportations en dollars américains constants (USD).

## **2. Description de la variable de distance et de contiguïté**

La base de données qui contient la variable de distance (Dist) et de contiguïté (contig) se nomme Géodist ou base de données de distances des CEPII. Cette base, développée par Mayer et Zinago en 2005, permet d'analyser le commerce international et bien d'autres domaines comme les investissements directs étrangers, les flux migratoires et les conflits politiques. Géodist est une base géographique qui a la méthodologie des effets de frontières dans le but d'évaluer la difficulté d'accès des pays dans les commerces internationaux. La base Géodist contient deux ensembles de bases de données qui sont la base «Géo\_CPII» et la base «Dist\_CPII». La base «Géo\_CPII» porte sur des informations géographiques de 225 pays. Elle a pour but d'effectuer les calculs de la distance interne et des coordonnées géographiques des différents capitaux. Aussi, «Géo\_CPII» possède des variables de langues qui permettent la détermination des proximités en fonction des langues. En revanche, nous utilisons la base «Dist\_CPII» pour la constitution de notre base empirique. En effet, cet ensemble de données est favorable à notre étude parce que l'élaboration des variables s'effectue par couple de pays. «Dist\_CPII» contient des variables bilatérales qui sont : les deux types de distances (distances simples et pondérées), la variable de contiguïté et la variable de communauté de langue ou de liens historiques, en plus de bien d'autres. Les variables de distance simple se calculent à partir des latitudes et des longitudes des villes à forte

agglomération (variable Dist) et des coordonnées géographiques des capitales officielles (variable distcap). Le deuxième genre de variables de distances est la distance pondérée. Inspiré par Head et Mayer (2002), ils présentent également deux variables (Distw et Distwces). Ces variables ont également pour objectif de calculer la distance bilatérale entre deux pays, mais avec une pondération. La pondération de la distance se fait par le poids de la part de la ville dans la population globale du pays. Head et Mayer (2002) présentent la formule suivante dans leurs travaux :

$$d_{ij} = \left( \sum_{k \in i} (pop_k / pop_i) \sum_{\ell \in j} (pop_\ell / pop_j) d_{k\ell}^\theta \right)^{1/\theta}$$

$pop_k$  = la population d'agglomération (k) qui appartient au pays i,  $\theta$  = paramètre qui mesure la sensibilité des échanges bilatéraux par rapport à la distance bilatérale,  $d_{k\ell}$  = distance bilatérale, i = pays exportateur, j = pays importateur Le paramètre  $\theta$  nous indique de quel pourcentage les échanges bilatéraux varient lorsque la distance varie. Dans la base, nous avons deux types de variables de distances pondérées. La particularité de la première variable est le paramètre  $\theta$  est égal à 1, cette égalité signifie que les échanges bilatéraux sont insensibles à la distance bilatérale. Pour la deuxième variable de distance pondérée, la particularité est que la mesure de sensibilité du commerce international par rapport à la distance bilatérale  $\theta$  est égale à -1. Nous trouvons comme explication que les échanges bilatéraux diminuent de 1 % lorsque la distance bilatérale augmente de 1 %. La Deuxième variable Distance est la variable Distance habituellement utilisée dans le modèle de gravité. Une autre variable dans cette base de données attire notre attention. Il s'agit de la variable de contiguïté, elle a une variable indicatrice qui indique si les pays sont frontaliers ou ne le sont pas. Cette variable permet d'étudier en profondeur l'effet frontière ou « *Border effect* ».

La variable de contiguïté n'apparaît pas dans notre modèle, car les pays européens et africains ne possèdent aucune proximité. Cette variable prend la valeur 1 si les pays sont frontaliers et 0 dans le cas contraire.



### **3. Description de la variable de l'intensité énergétique**

La variable d'intensité représente l'intensité énergétique des différents secteurs des pays exportateurs de notre base de données. La base de données BACI regroupe l'ensemble des produits exportés, nous regroupons les produits par secteurs à travers la correspondance entre HS6 (Harmonisation de système) à six chiffres et les SIC (classification industrielle) à quatre chiffres. En effet, nous agrégeons les produits de la base BACI à six chiffres en différents secteurs à quatre chiffres par une correspondance. L'objectif de notre étude est d'analyser l'impact de la variation de l'intensité énergétique des secteurs des pays de la CDAA sur les importations européennes. Autrement dit, par une agrégation des produits à six chiffres en des secteurs à quatre chiffres, nous catégorisons les secteurs les plus intensifs aux secteurs les moins intensifs en pollution. L'objectif de cette agrégation est de soutenir l'hypothèse que tous les produits dans un secteur ont le même niveau de pollution.

Nous utilisons les SIC pour évaluer les échanges entre les différents secteurs. Il s'agit, après avoir regroupé les produits en secteurs, de les classer en fonction de leurs intensités énergétiques (tableau 4). Ce classement dans notre étude nous permet à travers les importations des biens (dans la base BACI) de vérifier pendant la période allant de 1999 à 2009 les secteurs qui produisent plus de produits intensifs en pollution.

En revanche, faute de disponibilité des données, nous constituons une variable d'intensité énergétique à partir des données des secteurs américains. Mani et Wheeler (1998) affirment que l'approche conventionnelle dans la littérature sur les effets de havres de pollution consiste à déterminer les secteurs intensifs en pollution. À partir des travaux des études de Mani et Wheeler (1998), Copeland et Taylor (2004) se basent sur les données américaines pour catégoriser les secteurs en fonction de leur intensité énergétique. Selon Copeland et Taylor (2004), le classement en fonction de l'intensité énergétique des secteurs doit s'effectuer à partir de l'intensité d'émission des productions, de l'intensité énergétique des productions ou des coûts des mesures environnementales. Ainsi, le classement des industries par intensité énergétique se présente de façon conventionnelle comme une référence technologique. Ainsi, la détermination des secteurs intensifs en pollution à partir des données américaines, selon Copeland et Taylor (2004), ne paraît pas

idéale, mais soutient l'hypothèse que le classement semble être le même autour du monde.

La variable d'intensité énergétique de notre étude est une mesure normalisée de l'intensité d'énergie dans les secteurs industriels à 4 chiffres des États-Unis. Le calcul de cette variable se fait à partir de la base de données industrielles construites par le NBER (*National Bureau of Economic Research*) et le CES (*Census Bureau's center for Economic Studies*). Becker et al. (2016) spécifient dans leurs travaux que le NBER-CES se présente comme une base de données qui contient des informations industrielles sur les secteurs américains. Cette base est faite à partir de la collaboration de trois agences gouvernementales. La première agence est le *US Census Bureau*, ensuite nous avons la BEA (*Bureau Of Economics Analysis*), et enfin la troisième agence est la BLS (*Bureau of Labor Statistics*). La base NBER-CES couvre la période s'étalant entre 1958 et 2011 et présente deux versions de publications. La première publication est la classification SIC (*Standard Industrial Classification*), faite en 1987. Elle compte 459 industries. La deuxième publication, établie en 1997, contient 473 industries et se nomme NAICS (*North American Industrial Classification System*). Dans notre étude, nous utilisons la première version de publication, précisément la classification SIC (*Standard Industrial Code*). Nous l'utilisons, parce qu'elle comprend des industries à 4 chiffres et elle est utilisée au détriment de NIACS, faute d'absence de données. Nous utilisons la base de données NBER-CES en raison des avantages qu'elle présente. Ces avantages, précieux pour notre étude, sont la large couverture des secteurs. Cette base nous permet de recenser tous les secteurs existants et de mieux les classer en fonction de leur intensité énergétique. Ainsi, nous utilisons cette base de données à titre référentiel dans le but de déterminer les secteurs les plus polluants.

Nous nous inspirons de Bagayev et Lochard (2017) pour calculer la variable de l'intensité énergétique sous une forme normalisée. En effet, ils s'inspirent de la méthodologie de Boyd et Curtis (2014). Cette méthodologie présente en premier lieu la structure de l'intensité énergétique comme la régression de la dépense énergétique divisée par la production sur le score de la gestion globale. Cependant, cette approche présente des limites qui sont la création de biais, faute des chocs annuels, et le montant

des *inputs* intermédiaires autoproduits affecte la consommation d'énergie. Une deuxième estimation est mise en place pour déjouer ces limites. Cette nouvelle estimation est la régression du logarithme des dépenses d'énergie sur le logarithme de la valeur ajoutée. L'estimation de la dépense d'énergie des secteurs selon Bagayev et Lochard se présente ainsi :

$$\ln EE_{st} = \beta_0 + \gamma_1 \ln VA_{st} + \delta_s + \theta_t + \mu_{st} \quad (1)$$

$EE$  = dépense d'énergie,  $VA$  = valeur ajoutée,  $\delta_s$  = effets fixes par secteurs,  $\theta_t$  = effets par rapport à l'année,  $\mu$  = terme de l'erreur,  $S$  = Secteur Industriel à 4 chiffres,  $t$  = année.

L'objectif de notre étude est de déterminer les effets fixes par secteurs qui représentent l'intensité énergétique. En effet, les effets fixes par secteurs captent les caractéristiques propres à chaque secteur. Les caractéristiques propres à chaque secteur s'apparentent à la performance énergétique, autrement dit à la consommation d'énergie liée aux dépenses d'énergie des différents secteurs. Ainsi, ces effets fixes propres aux secteurs nous permettent de catégoriser chacun des secteurs en fonction de leur consommation ou de leur intensité énergétique.

Les données qui participent à l'élaboration de la variable d'intensité énergétique couvrent 459 secteurs sur une période allant de 1958 à 2009. La période sur laquelle notre étude est effectuée se situe entre 1999 à 2009. Après cette régression faite de la dépense de l'énergie en fonction de la valeur ajoutée des secteurs industriels, nous normalisons le coefficient de l'effet fixe sur l'information de l'intensité énergétique. La normalisation de ce coefficient détermine la variable d'intensité énergétique normalisée  $ener_s^{us}$  telle que :

$$ener_s^{us} = \frac{\delta_s - \min(\delta_s)}{\max(\delta_s) - \min(\delta_s)} \quad (2)$$

$ener_s^{us}$  = la variable d'intensité énergétique normalisée,  $\min(\delta_s)$  = la valeur minimale des coefficients de  $\delta_s$ ,  $\max(\delta_s)$  = la valeur maximale des coefficients  $\delta_s$ ,  $\delta_s$  = effets fixes secteurs. La normalisation de la variable nous sert à obtenir des valeurs comprises entre 0 et 1 pour une interprétation mieux adaptée.

Le tableau 4 présente le classement des cinq secteurs les plus intensifs en énergie et les cinq secteurs les moins intensifs en énergie. Ce classement s'effectue à partir des coefficients des effets fixes par secteurs et des mesures normalisées. Nous enregistrons la production d'aluminium comme le secteur le plus polluant de notre étude. En revanche, le secteur le moins polluant concerne la publication et l'impression de livres. Les secteurs

les moins polluants regroupent en général des secteurs dans la publication, en revanche, les secteurs les plus polluants sont plus des industries métallurgiques et chimiques.

	Code SIC	Nom SIC	Coefficients effets secteurs	fixes $Ener_s^{us}$
Secteurs moins intensifs en énergie	SIC2731	Publication et impression de livre	-2,56	0
	SIC2721	Publication et impression périodique	-2,448	0,02
	SIC2131	Tabac à chiquer, fumer et priser	-2,187	0,07
	SIC2741	Publications diverses	-2,173	0,08
	SIC2323	Vêtements hommes et garçons	-2,105	0,09
Secteurs plus intensifs en énergie	SIC3312	Aciéries, haut fourneau	1,655	0,88
	SIC3274	Aciéries, haut fourneau, laminoir	1,784	0,91
	SIC3241	Ciment, hydraulique	1,828	0,92
	SIC2812	Alcali et chlore	1,889	0,93
	SIC3334	Production primaire d'aluminium	2,201	1

Tableau 4 : classement des cinq secteurs les plus intensifs en énergie et des cinq secteurs les moins intensifs en énergie.

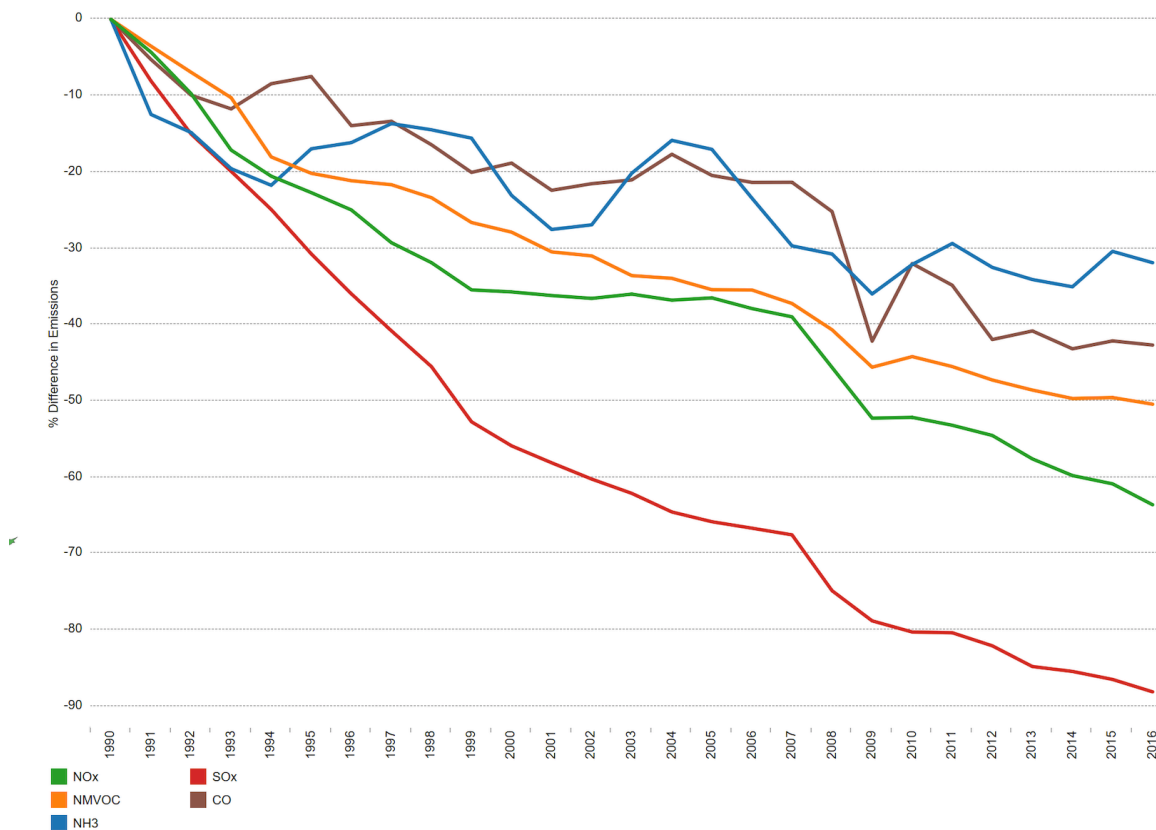
#### 4. Description de la variable de rigueur de la réglementation environnementale

Dans la détermination d'une variable pour mesurer l'impact des mesures environnementales sur le commerce international, Bagayev et Lochard (2017) construisent une variable originale. Cette variable originale issue de leur dernière étude

permet de mesurer l'impact de la mise en application des mesures environnementales sur les importations. « *Air Quality Framework Directive* » (AQFD) se présente comme un outil régulateur, utilisé par l'Union européenne dans l'objectif de protéger la qualité de l'air pour préserver la santé humaine ainsi que l'écosystème. Elle regroupe l'ensemble de mesures environnementales européennes pour diminuer les activités intensives en pollution des entreprises locales. L'AQFD possède plusieurs mesures regroupées en quatre directives, dans le but de déterminer des émissions cibles pour chaque polluant. Nous enregistrons premièrement la directive mise en vigueur en 1999. Elle possède les valeurs limites du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), du dioxyde de nitrogène (NO<sub>2</sub>), de l'oxyde de nitrogène (NO), et des particules (PM). La deuxième directive est mise en vigueur en 2000 : elle ajoute les valeurs limites du benzène et du monoxyde de carbone. Au niveau de la troisième directive, la valeur limite de l'ozone est rajoutée. Enfin, la quatrième directive présente de plus la valeur limite de l'arsenic, du nickel et des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ces directives cadres en collaboration avec les directives EC (*Emission Ceiling*) permettent le suivi et l'évaluation à travers la mise en place de valeurs limites et de seuils d'alerte pour l'émission des polluants. La responsabilité confiée aux États membres est de délimiter les bases et les limites géographiques. La spécification des zones géographiques dépend des décideurs politiques. Les zones spécifiées contiennent des points de prélèvement qui ne se localisent pas à proximité les uns des autres, pour éviter des mesures d'émission dans des microenvironnements.

Nous choisissons la première directive pour notre étude, car elle correspond à la première version des classifications standards (H0) révisée en 1992. Aussi, nous utilisons le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) comme élément le plus polluant parmi les énergies. En effet, la raison du choix du dioxyde de soufre s'explique par son niveau de toxicité envers la santé humaine et son effet sur la pollution globale (changement climatique). Le dioxyde de soufre est un gaz incolore et inodore qui est irritant à son inhalation, et en présence de dioxyde d'azote et de trioxyde de soufre il donne lieu aux pluies acides. Il constitue un réel danger pour l'homme et l'écosystème. Le dioxyde de soufre apparaît comme la cible principale des réglementations environnementales européennes.

Bagayev et Lochard le démontrent dans leurs travaux à travers cette figure :



**Figure 3 :** Variation dans les 28 pays de l’UE des émissions de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, et NMVOC (index, % 1999). Source : EEA (*Air Pollutant Emissions Data Viewer — LRTAP Convention*).

Les mesures de réglementation mise en vigueur depuis 1999 montrent, selon la figure 3, un impact réel sur l’émission de l’oxyde de soufre. L’émission de l’oxyde de soufre se manifeste comme le polluant qui baisse le plus parmi les autres polluants. Il connaît une baisse d’environ 60 % de l’année 1999 à l’année 2012. Cette figure laisse comprendre que les mesures environnementales réduisent majoritairement l’émission de l’oxyde de soufre. Cette évolution explique que les mesures environnementales deviennent de plus en plus strictes durant ces années. Nous choisissons le dioxyde de soufre, parce qu’il est la molécule de la famille de l’oxyde de soufre ciblée par les directives de la Commission européenne.

La méthode d'évaluation des émissions du dioxyde de soufre est la fluorescence dans l'ultraviolet. Ainsi, la variable qui mesure la rigueur de la réglementation environnementale porte sur la valeur limite d'émission du dioxyde de soufre dans notre étude. En effet, la valeur limite horaire de l'émission du dioxyde de soufre selon l'AQFD est de  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par heure (Commission européenne, 1999). La période d'évaluation s'effectue par heure pendant toute l'année, de plus cette valeur ne doit pas être dépassée plus de 24 fois, c'est-à-dire plus de 24 heures. Par analogie, lorsque les émissions de dioxyde de soufre dépassent la valeur limite horaire sur une période de plus de 24 heures, alors le pays ou la zone est pollué selon la directive de 1999.

La variable sur les mesures environnementales se présente sous deux formes facultatives. La première est une variable qui prend la valeur 1 si le nombre de dépassements de la valeur limite horaire ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de l'émission de SO<sub>2</sub> a lieu plus de 24 fois dans l'année et 0 dans le cas contraire. Autrement dit, la valeur est de 1 si les émissions de SO<sub>2</sub> dépassent  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une période de plus de 24 heures, ou l'équivalent d'une journée. Dans ce cas, nous utilisons les zones qualifiées d'« agglomération »<sup>2</sup> que contient chaque pays membre de l'Union européenne. Les stations de prélèvements déterminent le niveau d'émission des polluants.

La deuxième est une variable alternative sur les mesures environnementales, proposée par Bagayev et Lochard (2017). Elle compte pour chaque pays le nombre de zones ( qui contiennent tous les points de prélèvements) où le nombre de dépassements est de 24 fois la valeur limite horaire d'émission du dioxyde de soufre par année.

Nous récoltons pour chaque ville des pays européens les informations des stations pour l'évaluation des émissions SO<sub>2</sub>. Faute de disponibilité des stations des villes des 28 pays membres de l'Union européenne, nous enregistrons les données de 7 pays européens.

Ainsi, la variable permet de déterminer la mise en place additionnelle des mesures environnementales européennes. Les auteurs de ces travaux sélectionnent cette variable pour deux raisons. En premier lieu, la variable résout de façon partielle le problème de

---

<sup>2</sup> Selon l'article 2 Directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999, « une zone caractérisée par une concentration de population supérieure à 250 000 habitants ou, lorsque la concentration de population est inférieure ou égale à 250 000 habitants, une densité d'habitants au kilomètre carré qui justifie pour les États membres l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant ». (Directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999,)

simultanéité, car la valeur limite du polluant est la même dans tous les États membres. De plus, elle est basée sur le guide de l'OMS dans le but de protéger la santé humaine, elle n'a aucun lien avec le commerce international. Enfin, est testée l'hypothèse selon laquelle l'augmentation des mesures environnementales a un impact sur les importations des biens intensifs en pollution.

## 5. Statistiques descriptives

### a. Émission de $SO_2$

Nous présentons les statistiques descriptives de notre base de données. Le tableau 5 montre les pays européens classés en fonction de leur émission  $SO_2$  moyenne par habitant. Le tableau 5 nous permet de déterminer sous une forme de classement les pays des plus polluants aux moins polluants en ce qui concerne l'émission de  $SO_2$ . L'Belgique se présente comme le pays le plus émetteur de  $SO_2$  parmi les pays européens de notre échantillon. L'émission moyenne de  $SO_2$  est de 1042,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur l'ensemble de son territoire par année. L'Espagne recense le plus grand écart type de notre échantillon avec une valeur de 476,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ce résultat montre une grande dispersion des émissions de  $SO_2$  de ce pays par rapport à la moyenne durant cette période. L'écart type montre les écarts entre les différentes valeurs des émissions de l'Espagne. En comparaison avec la valeur limite horaire d'émission, les écarts entre les différentes valeurs montrent que l'Espagne dépasse dans les années la valeur limite horaire. En outre, cette grande dispersion peut montrer que les émissions de  $SO_2$  de l'Espagne durant ces dix années ne sont pas identiques et varient énormément, peut-être à cause de l'application de nouvelles mesures environnementales. Ces mesures environnementales additionnelles tout au long de ces dix années peuvent réduire considérablement les émissions de  $SO_2$ .

Derrière l'Espagne suivent l'Allemagne et l'Italie avec respectivement 499,2 et 443,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cependant, nous notons une dispersion des émissions plus élevées du côté de l'Italie par rapport à l'Allemagne. Nous notons une dispersion 228,9623  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  du côté de l'Italie par rapport à 104,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  du côté de l'Allemagne. En effet, cette différence de dispersion, dans le cas d'une réduction d'émission de  $SO_2$ , peut s'interpréter comme la mise en application de nouvelles mesures environnementales.



Dans ce cadre, la France se situe devant la Belgique et les Pays-Bas, ce qui laisse en dernière position la Suède. La Suède a une émission moyenne de 35,7 µg/m<sup>3</sup> durant ces dix années avec le plus faible écart type de l'échantillon qui est de 5,7. La Suède émet par conséquent une émission de SO<sub>2</sub> avec un écart de 5,7 µg/m<sup>3</sup> par rapport à la moyenne. Ce résultat peut montrer que la Suède ne subit pas de grand changement au niveau de l'émission de SO<sub>2</sub>. Par conséquent, le faible changement au niveau des émissions de SO<sub>2</sub> peut s'interpréter par un faible changement au niveau des mesures environnementales.

Pays	Rang	moyenne	Écart type
Espagne	1	1042,9 µg/m <sup>3</sup>	476,1 µg/m <sup>3</sup>
Allemagne	2	499,2 µg/m <sup>3</sup>	104,5 µg/m <sup>3</sup>
Italie	3	443,5 µg/m <sup>3</sup>	228,9 µg/m <sup>3</sup>
France	4	440,9 µg/m <sup>3</sup>	144,1 µg/m <sup>3</sup>
Belgique	5	123,3 µg/m <sup>3</sup>	46,5 µg/m <sup>3</sup>
Pays Bas	6	58,1 µg/m <sup>3</sup>	17,4 µg/m <sup>3</sup>
Suède	7	35,7 µg/m <sup>3</sup>	5,7 µg/m <sup>3</sup>

Tableau 5 : Émission de SO<sub>2</sub> par pays européen en µg/m<sup>3</sup> de 1999 à 2009, source : EEA (*Air Pollutant Emissions Data Viewer*).

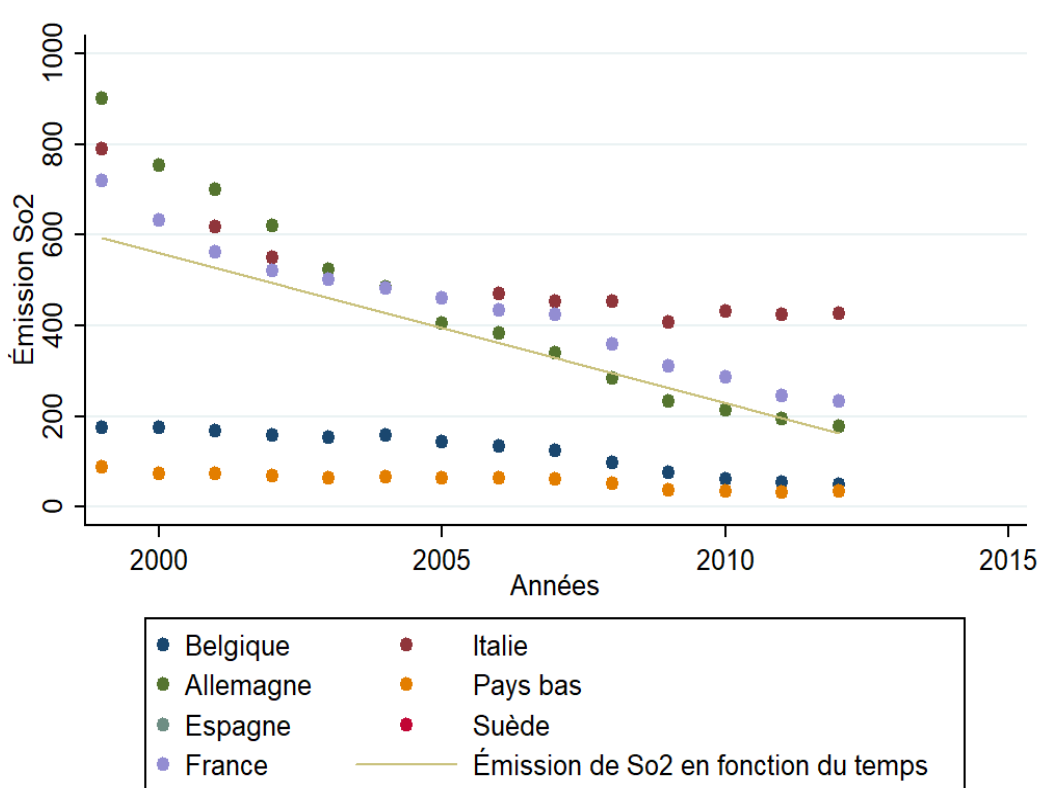


Figure 4 : évolution de l'émission de  $SO_2$  dans les pays européens en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de 1999 à 2012. Source : *Air Base database* (EEA)

La figure 4 présente l'évolution de l'émission de  $SO_2$  dans les pays européens de 1999 à 2012. Nous observons une réduction générale des émissions de  $SO_2$  dans ces différents pays européens de notre base de données. L'Allemagne précède l'Espagne qui enregistre une diminution considérable vis-à-vis de l'Italie et de la France. Nous remarquons qu'en 2004 et 2003 l'Allemagne, la France et l'Italie présentent des émissions plus ou moins égales. Toutefois, notons que nous enregistrons des émissions égales des pays pendant la période de notre étude.

Après cette période, l'Allemagne précède l'Italie et la France au point d'avoir une émission de moins de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2009. Ainsi, de manière générale, tous les pays européens connaissent une forte réduction. Cette réduction peut s'expliquer par la mise en application de mesures environnementales. La réduction globale des pays européens tend vers des valeurs inférieures à la valeur limite horaire d'émission de  $SO_2$ . Cette valeur limite est de  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , puis nous constatons que la France et l'Allemagne possèdent des valeurs d'émission aux environs de  $300$  à  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aussi, la Belgique et

la Suède connaissent des réductions d'émission de  $SO_2$ , cependant les réductions de ces deux pays sont faibles comparées à celles de l'Allemagne, de la France et de l'Italie. La cause éventuelle est que les émissions de  $SO_2$  de la Belgique et de la Suède n'excèdent pas la valeur limite horaire établie par la Commission de l'Union européenne. Par conséquent, des mesures environnementales additionnelles ne sont pas appliquées à ces pays.

### **b. Importations des pays européens**

Dans cette section, nous analysons les importations des pays européens de 1999 à 2009 en provenance des pays africains de la CDAA.

Dans le tableau 6, nous remarquons que l'Espagne est également le pays avec la plus grande importation moyenne durant la période allant de 1999 à 2009. L'Espagne importe en moyenne en provenance de la région africaine CDAA pour 617 353 millions en dollars américains courants. Dans la figure 5, l'Espagne est le pays qui importe le plus de l'année 2003 à l'année 2008, par rapport aux pays de notre échantillon, pour finalement réduire ses importations par rapport à la France et l'Allemagne. La part ou proportion des importations espagnoles par rapport à leur importation totale, au niveau de la figure 3, est comprise entre 0,1 % et 0,3 %. L'Espagne se montre comme le meilleur partenaire européen de notre échantillon des pays de la CDAA, alors que dans la même période une évolution des importations suit la réduction des émissions de  $SO_2$  des pays européens. L'Allemagne, la France, l'Italie, les Pays-Bas, la Belgique et la Suède connaissent également une croissance au niveau des importations en provenance des pays africains de la CDAA. La croissance au niveau de la proportion des importations en fonction des importations totales des pays européens montre une augmentation du renforcement de la relation commerciale. La Suède reste le pays européen avec l'importation la plus faible. De plus, la figure 5 et la figure 6 montrent une tendance à la hausse des importations et de la proportion des importations dans les importations totales de chaque pays européen.

Pays	Rang	moyenne	
Espagne	1	6 173 353	dollars constants
Allemagne	2	5 686 574	dollars constants
France	3	5 673 089	dollars constants
Italie	4	4 102 741	dollars constants
Pays-Bas	5	3 530 784	dollars constants
Belgique	6	1 842 973	dollars constants
Suède	7	387 611,1	dollars constants

Tableau 6 : importation en dollars constants des pays européens de notre échantillon en provenance des pays africains de la CDAA de 1999 à 2009. Source : BACI (Base pour Analyse du Commerce International)

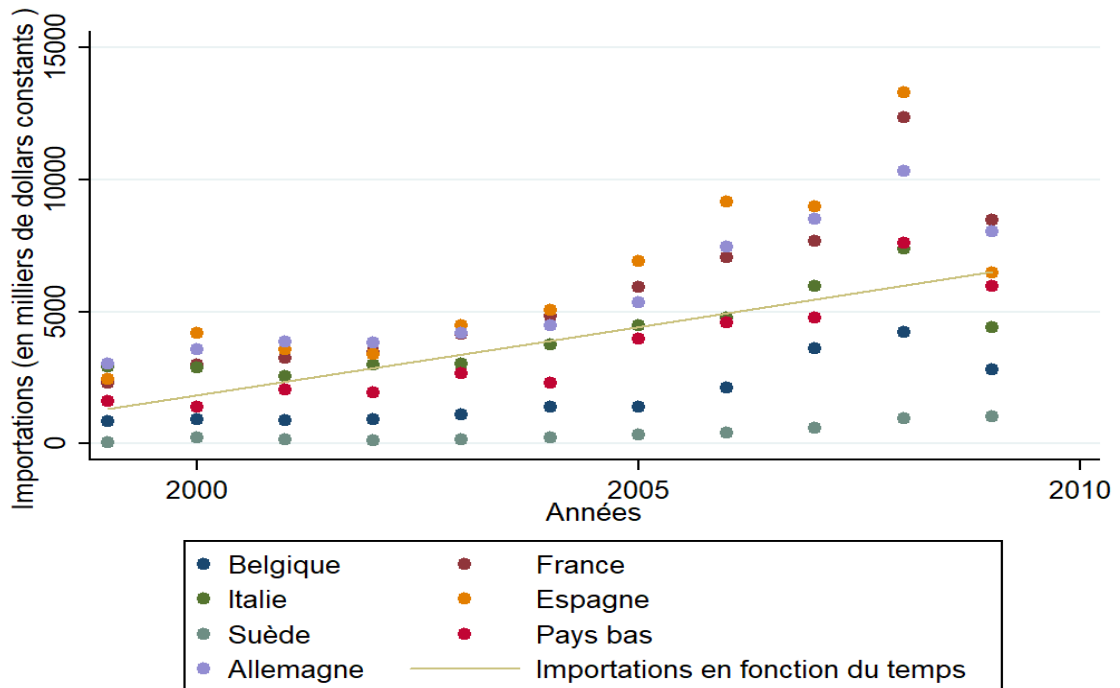


Figure 5 : évolution des importations des pays européens en milliers de dollars américains constants de 1999 à 2012 Source : BACI (Base pour Analyse du Commerce International).

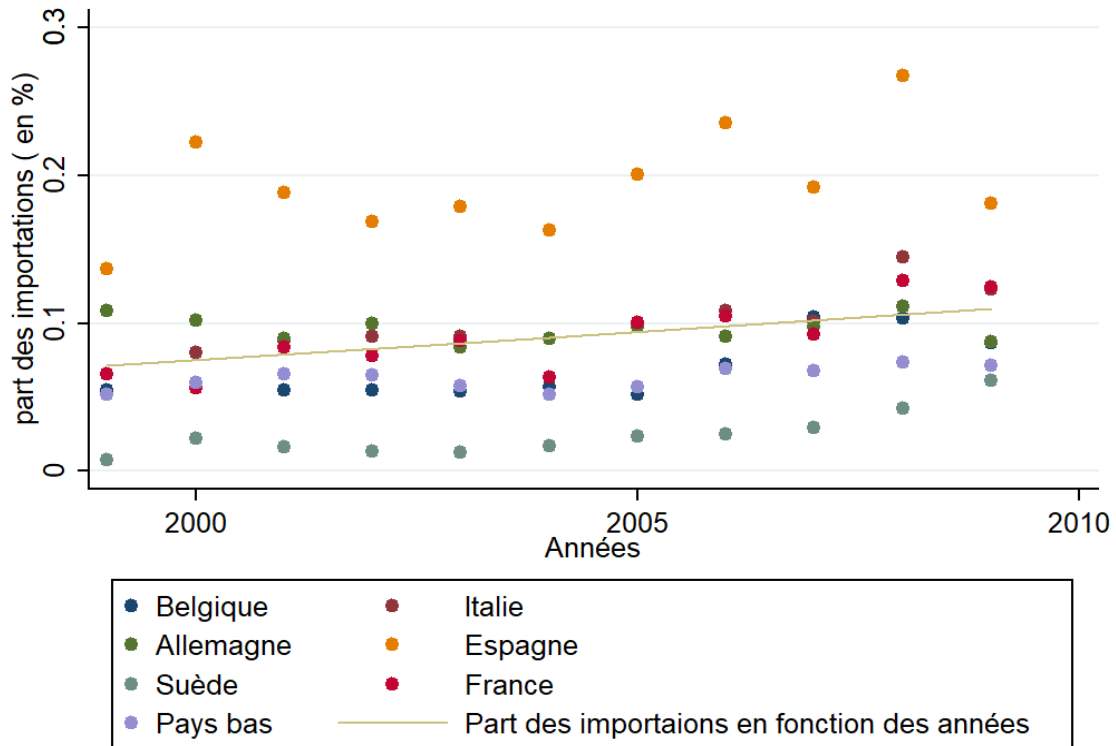


Figure 6 : proportion (part) des importations européennes en provenance des pays de la CDAА sur l’importation européenne totale de 1999 à 2012. Source : BACI (Base pour Analyse du Commerce International).

### c. Exportations des pays de la CDAА

La figure 7 montre que tous les pays de la CDAА rencontrent une augmentation des exportations de l’année 1999 à 2009. En tête des pays exportateurs dans le tableau 7, nous observons l’Afrique du Sud avec une exportation moyenne de 13 109 120 dollars américains constants vers les pays européens de notre échantillon. Après l’Afrique du Sud vient le Botswana, la Namibie, le Swaziland et en dernière position le Lesotho. Le Lesotho se présente comme le plus petit exportateur en moyenne de la région CDAА. Il enregistre 1 383 917 millions de dollars américains constants. Les pays africains de la CDAА exportent énormément de biens en direction de la zone de l’Union européenne. Enfin, nous remarquons que pendant la période allant de 1999 à 2009, les exportations des pays de la CDAА dans la figure 7 ont une tendance à la hausse, tandis que les

émissions de  $SO_2$  des pays européens de notre échantillon dans la figure 4 ont une tendance à la baisse.

Pays	Rang	moyenne
Afrique du Sud	1	13 109 120 dollars constants
Botswana	2	7 426 871 dollars constants
Namibie	3	3 099 711 dollars constants
Swaziland	4	2 377 509 dollars constants
Lesotho	5	1 383 917 dollars constants

Tableau 7 : exportation en dollars constants des pays africains de la CDAA vers les pays européens de notre échantillon de 1999 à 2009. Source : BACI (Base pour Analyse du Commerce International)

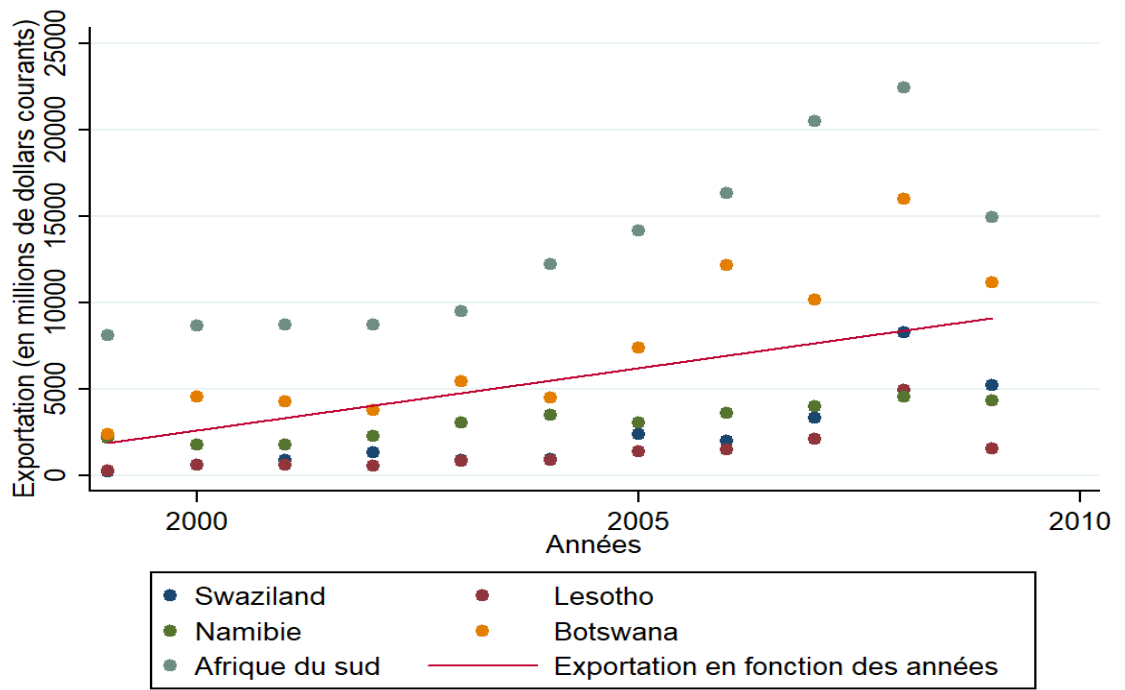


Figure 7 : évolution des exportations des pays de la CDDA de 1999 à 2012. Source : BACI (Base pour Analyse du Commerce International).

## V. ESTIMATION

### 1. Le modèle

La modélisation utilisée pour analyser le changement dans l'application des réglementations environnementales sur les importations européennes est le modèle de gravité. Les importations des pays européens proviennent des pays de l'Afrique subsaharienne, précisément des pays africains membres de la CDAA. En effet, le modèle de gravité nous permet d'évaluer empiriquement dans ce contexte l'impact des variations des mesures environnementales sur les échanges bilatéraux. Les pays de l'Union européenne sélectionnés, comme nous l'expliquons précédemment, sont la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Espagne, l'Italie, la Suède et la Belgique. Concernant les pays de la CDAA, nous présentons le Botswana, le Lesotho, la Namibie, le Swaziland et l'Afrique du Sud. Nous utilisons notre modèle de gravité sur les données de commerce bilatéral entre les cinq pays africains de la CDAA et les six pays européens cités précédemment.

Dans le cadre de notre analyse, nous utilisons l'interaction que présentent Bagayev et Lochard (2017) dans leurs travaux. Cette interaction s'effectue entre la variable qui évalue la mise en application des mesures environnementales et le proxy sur l'intensité énergétique des secteurs industriels américains. En effet, cette interaction prend en compte les caractéristiques de chaque pays importateur, c'est-à-dire le renforcement des mesures environnementales, et les caractéristiques de chaque pays exportateur, à savoir leur intensité énergétique. Selon Nunn (2007), la proportion de production et d'exportation de biens entre deux partenaires est corrélée positivement aux liens commerciaux existants entre ces deux partenaires. Il montre que les liens commerciaux affectent la production dans les industries qui renforcent les motifs de commerce entre les différents partenaires. Dans notre contexte, le renforcement des mesures environnementales (motifs de commerce) peut affecter le commerce avec les pays de la CDAA, qui les amènent à exporter plus de produits intensifs en pollution.

La caractéristique des importateurs est la variable indicatrice de la réglementation environnementale : rigueur des mesures environnementales des pays européens par année ( $RegAQSO_{2,it}$ ). Cette variable est un proxy pour mesurer l'impact des réglementations



environnementales mises en place par les pays de l'Union européenne. Elle se présente par une variable indicatrice qui prend la valeur 1 si l'émission de  $SO_2$  du pays européen dépasse au moins sur 24 heures la valeur limite horaire fixée d'émission de  $SO_2$  et 0 dans le cas contraire. Aussi, elle se présente par une variable alternative qui compte par pays européen le nombre de zones où l'émission de  $SO_2$  dépasse la valeur limite horaire au moins 24 fois par année.

Ensuite, la caractéristique des exportateurs est la variable sur l'intensité énergétique des secteurs (calculée dans la section Données). Dans le cadre de notre étude, nous construisons la variable d'intensité énergétique à partir de la consommation d'énergie des secteurs industriels américains ( $Ener_s^{US}$ ). Les données sur les secteurs intensifs en pollution pour les pays africains sont indisponibles. En effet, l'utilisation des données sur les secteurs américains nous permet de déterminer les secteurs des plus intensifs au moins intensifs sous forme de classement. Ainsi, nous pouvons déterminer les types de biens (polluants ou non) les plus importés vers les pays européens en fonction de l'intensité de leur secteur. Dans notre contexte, nous analysons le cas des effets des secteurs lorsqu'ils augmentent en intensité énergétique. Nous regroupons tous les produits importés vers les pays européens par secteur, puis nous les classons par intensité énergétique à partir des données industrielles américaines sources de référence pour la frontière technologique. Ce processus nous permet de vérifier l'impact des secteurs lorsque l'intensité énergétique augmente. Le résultat souhaité se présente par un effet positif des augmentations de l'intensité énergétique sur les importations. En d'autres mots, l'augmentation des secteurs en intensité énergétique doit pousser les pays européens à augmenter leurs importations. Dans notre démarche empirique, nous estimons premièrement un modèle par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO), ensuite nous estimons notre modèle de gravité par l'utilisation des effets fixes années par pays importateurs et pays exportateurs.

## **2. Résultats et interprétations**

L'objectif de notre recherche est de tester l'hypothèse selon laquelle la mise en vigueur des mesures environnementales a un impact positif sur les importations des pays

européens en biens intensifs en pollution. Nous procédons en premier lieu avec deux types d'estimation. La première estimation s'effectue par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) colonne 1 du tableau 8. Du fait de potentiel de biais de variables omises, nous présentons des résultats par la méthode des moindres carrés ordinaires avec un modèle à effets fixes (modèle de gravité) par années des pays importateurs et des pays exportateurs colonne 2 du tableau 8. Pour achever notre étude, nous procédons à des tests de robustesse pour tester la sensibilité de notre modèle.

#### a. Moindres carrés ordinaires (MCO) et modèle à effets fixes

**La colonne (1) du tableau 8 :** présente notamment l'estimation du modèle par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Nous avons comme variable indépendante le logarithme des importations européennes de notre échantillon. L'équation se présente comme suit :

$$\ln M_{ijst} = \beta_0 + \beta_1 \ln Distance_{ij} + \beta_2 RegAQSO2_{it} * \ln Ener_s^{us} + \beta_3 \ln Ener_s^{us} + \beta_4 RegAQSO2_{it} + \varepsilon_{ijst}.$$

$M_{ijst}$  sont les importations du pays (i) en provenance du pays (j) dans le secteur (s) à une période (t) ;  $Distance_{ij}$  est la distance entre le pays importateur (i) et le pays exportateur (j) ;  $RegAQSO2_{it}$  est la variable indicatrice égale à 1 si la valeur limite horaire d'émission de  $SO_2$  est dépassée sur au moins 24 heures dans l'année ou égale à 0 sinon ;  $Ener_s^{us}$  est la mesure normalisée de l'intensité énergétique des secteurs américains à 4 chiffres ;  $\varepsilon_{ijst}$  est le terme de l'erreur.

Notre coefficient d'intérêt est  $\beta_2$ . Le coefficient de l'interaction mesure l'impact différentiel des mesures supplémentaires sur les importations des biens dans les secteurs intensifs en pollution. Nous testons l'hypothèse :  $\beta_2 > 0$ , dans ce cas notre modèle rejoint l'hypothèse selon laquelle lorsque les pays européens mettent en place des mesures environnementales il s'ensuit une augmentation des importations des biens intensifs en énergie. Ainsi, les pays européens avec des mesures environnementales de plus en plus renforcées augmentent leur importation de biens intensifs en énergie qui proviennent des pays moins réglementés.

L'interaction entre la réglementation environnementale (variable indicatrice) et l'intensité énergétique des secteurs industriels a un impact positif et significatif au seuil de 0,1 %. Ainsi, lorsque les pays européens de notre échantillon mettent en vigueur les mesures environnementales, l'augmentation de 1% des intensités énergétiques des secteurs des pays de la CDAA impacte les importations européennes par une augmentation de 0,249 %. Spécifiquement, le renforcement des mesures environnementales affecte l'augmentation des importations européennes de notre échantillon. Cela s'effectue principalement dans les secteurs industriels intensifs en consommation énergétique. Ce résultat appuie l'hypothèse d'existence des havres de pollution, faisant suite à la différence des mesures environnementales. L'application des mesures environnementales les plus renforcées contribue à une délocalisation de la pollution locale vers des régions avec des réglementations environnementales faibles.

Quant à la distance, elle n'a pas l'effet attendu de notre démarche empirique. En effet, nous avons comme résultat un impact positif de la distance à un seuil significatif de 0,1 %. Par analogie, si la distance augmente de 1 % entre les partenaires commerciaux les importations européennes augmentent de 0,8 %. Cependant, le résultat attendu est qu'une grande distance entre les partenaires commerciaux entrave les échanges bilatéraux entre ces deux partenaires.

La variable sur l'intensité énergétique sectorielle et la mise en application des mesures environnementales a un impact positif et significatif sur les importations. Par exemple, pour une augmentation de 1 % de l'intensité énergétique des secteurs, nous avons un effet positif de 0,984 % sur les importations européennes. L'intensité de la consommation énergétique des secteurs encourage le commerce entre ces deux groupes de pays. Par conséquent, les industries polluantes résidant dans les pays de la CDAA favorisent les importations par une spécialisation dans la production des biens polluants.

	(1)	(2)
$\text{Ln } Distance_{ij}$	0,801*** [0,0436]	-2,860*** [0,500]
$\text{RegAQSO2}_{it} * \text{Ln } Ener_s^{us}$	0,249*** [0,0629]	0,280*** [0,0623]
$\text{Ln } Ener_s^{us}$	0,984*** [0,0372]	0,970*** [0,134]
$\text{RegAQSO2}_{it}$	0,184*** [0,0422]	0,0850 [0,0765]
Constante	-3,857*** [0,394]	27,14*** [4,631]
Effets fixes par années des pays exportateurs	Non	Oui
Effets fixes par années des pays importateurs	Non	Oui
Nb observations	27 360	27 360
R carré	0,0611	0,157
F-statistique	411,4	92,38

**Tableau 8** : estimation MCO et modèle à effets fixes

**Note** : La variable indépendante est le logarithme des importations européennes en provenance des pays africains. La variable  $\text{RegAQSO2}_{it}$  est une variable indicatrice égale à 1 si la valeur limite horaire d'émission de So2 est dépassée, égale à 0 sinon. La variable  $\text{Ener}_s^{us}$  est une mesure normalisée de l'intensité énergétique des secteurs américains à 4 chiffres.

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Quant au renforcement des mesures environnementales européennes, nous assistons à un effet positif de 0,18% sur les importations européennes lorsque l'intensité énergétique des secteurs africains augmentent de 1%. Ainsi, le renforcement des mesures environnementales contribue également à l'augmentation des importations européennes des produits de notre échantillon. Cette différence de mesures environnementales montre les avantages comparatifs que possèdent les pays de la CDAA vis-à-vis des pays européens de notre échantillon.

En revanche, cette estimation présente des estimateurs biaisés à cause de la présence des variables omises (les coûts de transport, les effets de la langue commune, le PIB etc.). Pour remédier à ce problème de biais, nous estimons le modèle avec des effets fixes par années des pays importateurs et pays exportateurs.

**La colonne (2) du tableau 8** : la méthode des moindres carrés ordinaires apparaissant à la colonne (1) présente des estimateurs biaisés et non convergents à cause des variables omises. En effet, nous observons l'existence d'effets inobservables dans les échanges bilatéraux que la méthode de la colonne (1) ne prend pas en compte. Ces effets inobservables, tels que la taille économique, les résistances multilatérales et d'autres aspects des avantages comparatifs, se présentent comme des déterminants des échanges commerciaux. Les déterminants d'échanges spécifiques aux différents pays ne sont pas pris en compte dans la spécification de notre modèle dans la colonne 1 du tableau 8. Ces effets inobservés dans le modèle tels que la taille économique ou PIB et les autres aspects d'avantages comparatifs (unions monétaires, accords commerciaux, langages communs) sont des sources importantes pour commercer. L'absence de ces déterminants entraînent une corrélation des variables explicatives aux termes de l'erreur qui entraînent des résultats biaisés. Ainsi, le modèle de gravité nous permet d'observer à travers les effets fixes années ces déterminants non pris en compte dans l'équation de la colonne 1 du tableau 8. Pour contrôler ces effets qui varient dans le temps et par pays (exportateurs et importateurs), nous établissons un modèle augmenté avec des effets fixes par années et par pays importateurs et par pays exportateurs. Le modèle augmenté se présente comme suit :

$$\ln M_{ijst} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Distance}_{ij} + \beta_2 \text{RegAQSO2}_{it} * \ln \text{Ener}_s^{us} + \beta_3 \ln \text{Ener}_s^{us} + \beta_4 \text{RegAQSO2}_{it} + \alpha_{jt} + \alpha_{it} + \varepsilon_{ijst}$$

$\alpha_{it}$  Sont les effets fixes années des pays exportateurs ;  $\alpha_{jt}$  sont les effets fixes années des pays importateurs.

La distance présente l'effet souhaité sur les importations des pays européens. En effet, les résultats montrent qu'une augmentation de 1 % de la distance affecte par une diminution de 2,860 % les importations européennes. Une grande distance constitue une barrière aux échanges bilatéraux entre les différents pays. En ce sens, la réduction de la distance contribue aux échanges internationaux et à la délocalisation des industries. Cette réduction peut réduire les coûts liés à la délocalisation et aux échanges des produits entre les pays.

Concernant l'impact de l'interaction entre l'intensité énergétique des secteurs et le renforcement des mesures environnementales, nous trouvons un effet significatif différent de zéro au seuil de 0,001 %. Le résultat montre dans le cas de l'application des mesures environnementales, une augmentation de l'intensité énergétique de 1% affecte les importations des produits intensifs en pollution par une augmentation à hauteur de 0,28 %. La mise en application des mesures environnementales contribue à l'augmentation des importations européennes, précisément en produits polluants.

Quant à l'effet de l'intensité énergétique, nous remarquons que lorsque l'intensité énergétique des secteurs polluants augmente, les importations connaissent une augmentation de 0,97 %. À cet effet, la spécialisation des secteurs industriels dans les activités polluantes favorise le commerce international entre les pays européens de notre échantillon et les pays de la CDAA.

Par contre, le renforcement des mesures environnementales n'a pas d'effet significatif sur les importations des pays européens.

En somme, les résultats montrent que le renforcement des mesures environnementales en Europe ne réduit pas la pollution locale, mais contribue à l'existence des havres de pollution. En effet, les résultats soutiennent l'hypothèse des refuges de pollution. Le renforcement des mesures environnementales amène les pays européens à délocaliser leurs industries dans les pays de la CDAA. Cela s'explique par la différence des mesures environnementales. Cette différence dans la protection environnementale des partenaires

commerciaux entraîne les pays de la CDAA à se spécialiser dans la production de produits polluants qui s’amplifie avec l’augmentation du commerce international. Cette augmentation du commerce international se caractérise dans notre contexte par les importations de produits polluants. En somme, les mesures environnementales engendrent une délocalisation de la pollution locale qui peut s’empirer avec le commerce par une transformation en pollution globale.

### b. Test de robustesse

Le test de robustesse (tableau 9) mené dans le cadre de cette étude consiste à effectuer des ajouts des variables au niveau du modèle à effets fixes par années des pays importateurs et des pays exportateurs, et à effectuer des estimations sous différents échantillons, afin de tester la sensibilité de notre modèle.

**La colonne (2) tableau 9** : nous insérons une variable alternative dans notre modèle pour mesurer le renforcement des mesures environnementales. Cette variable compte le nombre de zones dans chaque pays et année où l’émission dépasse la valeur limite horaire d’au moins 24 heures, ou l’équivalent d’une journée de  $SO_2$  ( $RegAQSO2_{it}(nombre)$ ). Cette variable détermine le nombre de zones dans chaque pays pollué par les émissions de  $SO_2$  en fonction du seuil recommandé par l’Union européenne. À la différence du modèle de la colonne (1) du tableau 9, le modèle augmenté se présente comme suit :

$$\ln M_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \text{RegAQSO2}_{it}(nombre) * \ln Ener_s^{us} + \beta_2 \text{RegAQSO2}_{it}(nombre) + \beta_3 \ln Ener_s^{us} + \alpha_{jst} + \alpha_{ist} + \varepsilon_{ijst}.$$

Pour évaluer l’impact du renforcement des mesures environnementales sur les importations de produits polluants, nous faisons interagir le logarithme de l’intensité énergétique et le nombre de dépassements de la valeur limite horaire de  $SO_2$  ( $\text{RegAQSO2}_{it}[nombre] * \ln Ener_s^{us}$ ). Nous utilisons cette interaction dans notre test de robustesse, pour analyser l’impact du nombre de zones contraintes par les mesures environnementales sur les importations de produits intensifs en énergie. En effet, un nombre croissant de zones contraintes par les mesures environnementales montrent que leur renforcement peut entraîner une augmentation des importations de produits intensifs

en pollution. Notre objectif est de vérifier le renforcement des mesures environnementales par le nombre de zones contraintes.

Nous remarquons que la nouvelle interaction n'a aucun effet significatif sur les importations des pays européens de notre échantillon. Ainsi, la variation du nombre des zones contraintes par les mesures environnementales n'affecte pas les importations en produits intensifs en pollution dans notre estimation.

Quant à l'intensité énergétique et à la distance bilatérale, elles gardent toujours leurs effets significatifs sur les importations des produits. En effet, l'augmentation de 1 % de l'intensité énergétique sectorielle affecte par une augmentation de 0,946 % les importations de produits intensifs en pollution. Au niveau de la distance, les importations décroissent de 3,017 % lorsque la distance augmente de 1 %.

**La colonne (3) du tableau 9 :** dans cette colonne, nous utilisons comme nouvelle interaction le renforcement des mesures environnementales et l'intensité énergétique des secteurs sans la transformation logarithmique ( $RegAQSO2_{it} * Ener_s^{us}$ ). L'équation se présente de la sorte :

$$\ln M_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 RegAQSO2_{it} * Ener_s^{us} + \beta_2 RegAQSO2_{it} + \beta_3 Ener_s^{us} + \alpha_{jt} + \alpha_{it} + \varepsilon_{ijst}.$$

Nous introduisons la variable d'intensité énergétique sans la transformation logarithmique pour analyser l'impact du passage de 0 à 1 de l'intensité énergétique des secteurs. En effet, comme précédemment mentionné, l'intensité énergétique de chacun des secteurs est comprise entre 0 et 1. De ce fait, cette nouvelle variable nous permet d'étudier l'effet du passage du secteur le moins intensif au secteur le plus intensif en énergie, donc en pollution.

Nous trouvons que cette interaction montre un effet significatif dans la variation des importations européennes de notre échantillon. En présence de renforcement des mesures environnementales, le passage des secteurs moins polluants en secteurs intensifs en pollution affecte l'augmentation des importations en produits polluants à effet de 0,293%. De plus, le passage des secteurs du moins intensifs au plus intensifs en pollution fait varier les importations des pays européens de notre échantillon à hauteur de 53 %. L'effet de la variation de l'intensité énergétique sur l'augmentation du commerce montre la spécialisation des secteurs moins intensifs en pollution en secteurs plus intensifs en



pollution. Effectivement, l'augmentation des importations des produits en pollution contribue à l'augmentation de la production des produits polluants. Ainsi, par le biais du commerce, les industries se spécialisent dans des secteurs polluants pour répondre à la demande des pays européens de notre échantillon.

En outre, la distance garde toujours son effet souhaité sur les importations des pays européens de notre échantillon. Ainsi, les résultats obtenus à la colonne 3 soutiennent l'existence des havres de pollution dus à la différence de la protection environnementale de ces deux groupes de pays de notre échantillon.

**La colonne (4) du tableau 9 :** dans cette colonne, en plus de l'interaction entre la variable qui représente le renforcement des mesures environnementales (indicatrice) et le logarithme de l'intensité énergétique ( $RegAQSO2_{it} * Ln Ener_s^{us}$ ), nous insérons l'interaction entre le logarithme du niveau d'émission de  $SO_2$  des pays européens par année ( $Ln EmissionSO_{2it}$ ) et le logarithme de l'intensité énergétique ( $Ln EmissionSO_{2it} * Ln Ener_s^{us}$ ).

L'équation se présente comme suit :

$$Ln M_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 RegAQSO2_{it} * Ln Ener_s^{us} + \beta_2 RegAQSO2_{it} + \beta_3 Ln Ener_s^{us} + \beta_4 Ln EmissionSO_{2it} * Ln Ener_s^{us} + \beta_5 Ln EmissionSO_{2it} + \alpha_{it} + \alpha_{jt} + \varepsilon_{ijst}.$$

Cette nouvelle interaction évalue l'impact direct de l'émission de  $SO_2$  sur les importations en produits intensifs en pollution. Le but de cette interaction est de vérifier si la variable sur les mesures environnementales est un bon indicateur pour le renforcement des mesures environnementales et ne prend pas seulement en compte le niveau d'émission de  $SO_2$  (Bagayev et Lochard, 2017). Aussi, nous vérifions l'effet direct des émissions de  $SO_2$  sur les importations en produits polluants des pays européens. Comme résultat, nous trouvons un effet significativement différent de zéro à un seuil de 0,05 %. L'augmentation des émissions de  $SO_2$  a un effet de 0,0114 % sur les importations en produits polluants. La taille de l'effet de cette nouvelle interaction est jugée négligeable, et les émissions de  $SO_2$  n'affectent pas directement de façon indépendante les importations européennes.

Quant à l'intégration entre la mesure environnementale et l'intensité énergétique, elle présente également un effet significatif à un seuil de 0,05 %. L'effet du renforcement des

mesures environnementales sur les importations intensives en pollution présente le résultat attendu, cependant nous enregistrons une baisse de cet effet par rapport à l'effet du modèle de l'équation de la colonne 1. Ainsi, le renforcement des mesures environnementales affecte de 0,107 % l'augmentation des importations en produits polluants. La variation de l'intensité énergétique est de 0,803 % et la distance a un impact négatif sur les importations en produits polluants de 3,043 %. Ainsi, l'émission de SO<sub>2</sub> n'affecte pas directement les importations et son effet négligeable sur les importations en produits polluants peut être présenté comme un effet indirect des émissions de SO<sub>2</sub>.

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Ln Distance<sub>ij</sub></i>	-2,860*** [0,500]	-3,017*** [0,500]	-3,049*** [0,496]	-3,043*** [0,497]
<i>RegAQSO<sub>2it</sub> * Ln Ener<sub>s</sub><sup>US</sup></i>	0,280*** [0,0623]			0,107* [0,0909]
<i>Ln Ener<sub>s</sub><sup>US</sup></i>	0,970*** [0,134]	0,946*** [0,129]		0,803*** [0,184]
<i>RegAQSO<sub>2it</sub></i>	0,0850 [0,0765]		-0,225** [0,0751]	0,0589 [0,0674]
<i>RegAQSO<sub>2it</sub>(nombre)*Ln Ener<sub>s</sub><sup>US</sup></i>		0,00821 [0,00511]		
<i>RegAQSO<sub>2it</sub>(nombre)</i>		0,00424 [0,00486]		
<i>RegAQSO<sub>2it</sub>(nombre)*Ener<sub>s</sub><sup>US</sup></i>			5,305*** [0,482]	
<i>Ener<sub>s</sub><sup>US</sup></i>			0,293*** [0,0833]	
<i>Ln EmissionSO<sub>2it</sub> * Ln Ener<sub>s</sub><sup>US</sup></i>				0,0814* [0,0225]
<i>Ln EmissionSO<sub>2it</sub></i>				0,0114 [0,206]
Constante	27,14*** [4,631]	30,07*** [4,648]	25,22*** [4,377]	20,08*** [4,291]
Effets fixes années des pays importateurs	Oui	Oui	Oui	Oui
Effets fixes années des pays exportateurs	Oui	Oui	Oui	Oui
Observations	27360	27360	27481	27360
R carre	0,157	0,140	0,190	0,170
F-statistiques	92,38	87,02	96,52	80,50

## Tableau 9 : test de robustesse

**Note** : La variable indépendante est le logarithme des importations européennes en provenance des pays africains. La variable  $RegAQSO2_{it}$  est une variable indicatrice égale à 1 si la valeur limite horaire d'émission de  $SO_2$  est dépassée, ou égale à 0 sinon. La variable  $RegAQSO2_{it}(nombre)$  est le nombre de dépassements de la valeur limite horaire d'émission de  $SO_2$  par pays. La variable  $EmissionSO2_{it}$  indique le niveau d'émission de  $SO_2$  par pays européens.

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Dans le **tableau 10**, nous effectuons des estimations avec différents échantillons. L'objectif est d'analyser l'effet de la mise en application des mesures environnementales sur les importations de produits polluants avec différents échantillons. Au niveau des colonnes 1 et 2 du tableau 10, nous évaluons l'effet des mesures environnementales avant et après l'année 2005. En effet, le 1<sup>er</sup> janvier 2005 est la date fixée pour laquelle la valeur limite horaire des émissions de  $SO_2$  doit être respectée sans « marge de dépassements »<sup>3</sup> de la valeur limite. La marge de dépassement, qualifiée de temporaire, permet aux pays d'excéder d'un certain pourcentage la valeur limite horaire mise en vigueur à l'année 1999. Cette marge de tolérance permet aux pays de prendre leur disposition en vue de réduire leurs émissions de polluants, de sorte à respecter la valeur limite horaire établie. Ainsi, la « marge de dépassements » est égale à 0 % à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2005.

**La colonne 1 du tableau 10** : nous analysons l'impact du renforcement des mesures environnementales sur les importations en produits polluants. Les résultats soutiennent nos hypothèses. En effet, l'impact du renforcement des mesures environnementales sur les importations en produits polluants est largement supérieur à l'effet enregistré à la colonne 1 du tableau 8 (tableau de robustesse). Elle contribue de 0,313 % à l'augmentation des importations en produits intensifs en pollution quand l'intensité énergétique des secteurs augmentent de 1%. La raison de ces résultats est le renforcement des mesures environnementales à partir de l'année 2005, lors de la mise en vigueur du

---

<sup>3</sup> « Marge de dépassement : le pourcentage de la valeur limite dont cette valeur peut être dépassée dans les conditions fixées par la présente directive ». (Directive 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999)

respect des valeurs limites horaires. La suppression de la marge de tolérance entraîne le renforcement des mesures environnementales.

**La colonne 2 du tableau 10** : elle présente la situation où « la marge de dépassements » est élaborée temporairement pour permettre aux États membres de prendre leur disposition pour le respect des valeurs limites. La présence de cette marge rend les mesures environnementales moins renforcées avant la suppression de cette marge. L'impact des mesures environnementales est relativement faible comparativement à celui de la colonne 1 du tableau 10 et celui du tableau 8. L'effet des mesures environnementales correspond à une augmentation de 0,20 % des importations de produits polluants à un seuil significatif de 0,05 %. De plus, l'impact des mesures environnementales est moins significatif par rapport à celui observé à la colonne 1 des tableaux 8 et 9. Ainsi, les résultats montrent que le manque de rigueur des mesures environnementales affecte faiblement les importations en produits polluants relativement à l'effet des mesures environnementales après 2005.

**La colonne 3 du tableau 10** : nous supprimons les observations sur l'Afrique du Sud. En effet, l'Afrique du Sud se présente comme le pays le plus développé dans cette région. Il a un PIB d'environ 349,4 milliards USD (2017), nettement supérieur à celui du Botswana avec 17,41 milliards USD (2017), le Lesotho 2,639 milliards USD (2017), la Namibie avec 13,24 milliards USD (2017) et le Swaziland avec 4,409 milliards USD (2017).

Ce test nous permet de vérifier si l'Afrique du Sud possède des mesures environnementales plus renforcées que les autres pays relativement faibles en PIB.

L'impact du renforcement des mesures environnementales sur les importations de produits intensifs en pollution est largement supérieur à l'effet perçu après 2005 (colonne 1 du tableau 10) et l'effet en présence de l'Afrique du Sud (colonne 1 du tableau 8). Le renforcement des protections environnementales a un impact faisant augmenter de 0,642 % les importations de produits polluants en provenance des autres pays de la CDAA. Cet effet est significatif à un seuil de 0,001 %. Quant à l'intensité énergétique, l'effet sur les importations connaît également une croissance significative, relativement à celui où l'Afrique du Sud fait partie de l'échantillon. En somme, la

présence de l’Afrique du Sud dans l’échantillon réduit l’effet du renforcement des mesures environnementales sur les importations en produits polluants. Ce résultat s’explique par un meilleur renforcement des mesures environnementales du côté de l’Afrique du Sud par rapport aux autres pays de la CDAA. Ainsi, le retrait de l’Afrique du Sud rend les mesures environnementales moins renforcées par rapport aux pays européens de notre échantillon. En ce sens, la production des produits polluants dans les pays de la CDAA s’amplifie et contribue à une augmentation des importations des produits polluants. Ces résultats soutiennent l’hypothèse des havres de pollution selon laquelle les pays avec un revenu faible constituent des havres de pollution.

	$\geq 2005$	$< 2005$	Afrique du sud
	(1)	(2)	(3)
$\ln Distance_{ij}$	-2,722*** [0,765]	-1,547* [0,728]	-2,281 [1,653]
$RegAQSO2_{it} * \ln Ener_s^{US}$	0,313*** [0,0839]	0,203* [0,0925]	0,642*** [0,133]
$\ln Ener_s^{US}$	0,923*** [0,0504]	0,989*** [0,0525]	0,990*** [0,0847]
$RegAQSO2_{it}$	0,175 [0,110]	0,0558 [0,0900]	0,105 [0,126]
Constante	26,72*** [6,738]	16,17* [6,411]	23,04 [14,58]
Effets fixes années des pays importateurs	Oui	Oui	Oui
Effets fixes années des pays exportateurs	Oui	Oui	Oui
Observations	14002	13358	6875
R carre	0,0801	0,0749	0,0914
F-statistiques	63,01	62,07	28,38

**Tableau 10** : estimation sous différents échantillons

**Note :** La variable indépendante est le logarithme des importations européennes en provenance des pays africains. La variable  $RegAQSO2_{it}$  est une variable indicatrice égale à 1 si la valeur limite horaire d’émission de  $SO_2$  est dépassée, ou égale à 0 sinon. La variable  $Ener_s^{US}$  est une mesure normalisée de l’intensité énergétique des secteurs américains à 4 — digits.

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

## VI. DISCUSSION

Dans le cadre de notre étude, nous testons l'hypothèse selon laquelle les pays de la CDAA sont des havres de pollution pour certains pays européens. Nous testons cette hypothèse à partir de l'analyse des impacts de la mise en application des mesures environnementales sur les importations de produits intensifs en pollution. Nous choisissons les pays de la CDAA et les pays européens de notre échantillon non seulement à cause de l'accord de libre-échange, mais aussi à cause de leur niveau de revenus différents. Les pays de l'Union européenne sont considérés comme des pays développés et les pays de la CDAA regroupent des pays émergents et sous-développés. Cette étude vient renforcer les théories sur les havres de pollution, à savoir que les pays émergents et sous-développés constituent des havres de pollution des pays développés (Kahn (2003)). En effet, nous trouvons comme résultat que le renforcement des mesures environnementales en Europe a des incidences sur les importations, précisément sur les produits intensifs en pollution qui proviennent des secteurs des pays de la CDAA. L'impact significatif des mesures environnementales sur les importations de produits polluants que nous trouvons dans notre étude est soutenu par les travaux de Bagayev et Lochard (2007) ainsi que par ceux de Taylor et Scott (2008). La première cause des effets du renforcement des mesures environnementales est l'impact de l'intensité énergétique des secteurs des pays de la CDAA sur les importations. Nos résultats montrent que la variation de l'intensité énergétique des secteurs affecte positivement les importations en produits polluants. Ces résultats impliquent que la production en produits augmente les importations de biens intensifs en pollution en direction des pays européens de notre échantillon. Nous observons que les secteurs intensifs en pollution exportent plus vers les pays européens ce qui représente un élément négatif pour l'environnement de ces pays africains. Ainsi, cette augmentation d'intensité énergétique peut être une source de pollution dans les régions de la CDAA. L'existence des IDE et l'augmentation de l'intensité énergétique provoquée par l'augmentation des importations expliquent une délocalisation de la pollution des pays européens vers les pays de la CDAA.

De plus, les résultats obtenus après le renforcement des mesures environnementales (après l'année 2005) montrent que le renforcement des mesures environnementales dans l'Union Européenne amplifie de façon significative l'intensité énergétique et par conséquent les importations en Produits polluants en provenance de l'Afrique. Lochard et Bagayev (2017) soutiennent ces résultats en effectuant un test similaire sur les relations commerciales entre les pays de l'Union européenne et les pays de l'Asie centrale. Quant aux résultats liés à la suppression de l'Afrique du Sud dans notre estimation, nous pensons que la cause de ces résultats est liée au niveau de mesures environnementales relativement plus strictes de ce dernier. Ainsi, le niveau de pollution croît dans le même temps avec le niveau de revenu par tête (dans le cas des pays émergents), et ralentit son niveau de pollution à un certain niveau de revenus à cause d'une augmentation des demandes de mesures environnementales (Cole et Matthew, 2004). Nous justifions cela avec l'hypothèse de la courbe de Kuznets environnementale qui montre que la pollution augmente dans le même temps avec la croissance économique, puis à un certain seuil de croissance la tendance s'inverse, par souci de préservation de l'environnement. Cole et Matthew (2004) soutiennent cette hypothèse, mais la conclue avec des réserves. Ils affirment que la pollution évolue avec le revenu, mais qu'elle peut baisser à un niveau élevé de revenus, à cause d'une forte demande de réglementations environnementales (renforcement des mesures environnementales).

En revanche, nos résultats doivent être interprétés avec réserve à cause des limites de notre étude. La première limite est l'absence d'informations disponibles sur Les intensités de pollution des secteurs propres aux pays de la CDAA. Par contre, nous pallions cette limite par la classification des secteurs les plus intensifs aux secteurs les moins intensifs à partir des données normalisées des secteurs américains. Cette substitution nous permet, en référence à la classification des secteurs américains, de déterminer les secteurs qui exportent le plus en fonction de leur intensité. Comme deuxième limite, nous observons un nombre réduit de pays européens, faute de disponibilité des données et de temps requis pour ce travail. Toutefois, les pays européens sélectionnés possèdent de grands flux d'échanges avec les pays de la CDAA.

En définitive, le renforcement des mesures environnementales ne règle pas le problème de la pollution atmosphérique. En effet, le renforcement des mesures environnementales

réduit les activités polluantes, précisément la pollution locale. Du point de vue de l'Union européenne, les politiques environnementales mises en place permettent d'atteindre l'objectif de réduire la pollution locale. Cependant, le renforcement des mesures environnementales entraîne l'existence des havres de pollution qui contribuent à la pollution globale. En effet, le renforcement des mesures environnementales entraîne une délocalisation de la pollution dans des régions moins réglementées. Avec l'augmentation du commerce international, les industries produisent plus de produits polluants, ce qui intensifie la pollution.

Il en ressort que le renforcement des mesures environnementales appliqué par les pays de l'Union européenne de notre échantillon semble inefficace au niveau de la protection de la pollution atmosphérique à l'échelle de notre planète.



## CONCLUSION

Dans le cadre de la protection de l'environnement et de la qualité de l'air, les pays membres de l'Union européenne prennent des dispositions pour renforcer les mesures environnementales. En revanche, la mise en application des mesures environnementales en vue de réduire la pollution de l'air peut aussi en constituer la source, principalement au niveau global.

Dans notre étude, nous analysons l'impact du renforcement des mesures environnementales de certains pays membres de l'Union européenne sur les importations de produits polluants en provenance des pays de la CDAA.

Premièrement, sur notre période d'évaluation de la période allant de 1999 à 2009, nous enregistrons que les importations européennes en provenance des pays de la CDAA connaissent une augmentation significative. Deuxièmement, les émissions de  $SO_2$  des pays européens diminuent d'intensité de façon significative pendant la même période. Ainsi, dans notre étude, nous disposons les produits commercés par secteurs industriels et les classons par intensité énergétique. Le classement des secteurs nous permet de déterminer les importations des produits des secteurs intensifs aux moins intensifs en pollution. Troisièmement, nous créons une interaction entre la variable sur la mise en application des mesures environnementales et l'intensité énergétique des secteurs. Cette interaction nous permet de déterminer l'effet du renforcement des mesures environnementales sur les importations des produits intensifs en pollution. Enfin, nous introduisons les effets fixes par années et par pays exportateurs et importateurs pour essayer de remédier au problème des variables omises.

Nous trouvons comme résultat que le renforcement des mesures environnementales contribue à hauteur de 0,280 % à l'augmentation des importations de produits polluants provenant des secteurs des pays de la CDAA. De plus, l'augmentation de l'intensité énergétique a un effet significatif de 0,97 % sur les importations des produits polluants.

Par ailleurs, nous effectuons des tests de robustesse sous différents échantillons pour analyser les impacts du renforcement des mesures environnementales dans différents contextes. Le premier contexte porte sur la décision de la suppression de la marge de dépassements en date du 1<sup>er</sup> janvier 2005. Nous enregistrons un effet positif de 0,313 % du renforcement de mesures (par cette décision) à partir de 2005 jusqu'à 2009. Aussi, la

suppression des observations sur l'Afrique du Sud donne comme résultat un effet positif de 0,642 % du renforcement de la protection environnementale sur les importations en produits polluants.

Les résultats montrent que le renforcement des mesures environnementales favorise les importations de produits intensifs en pollution. De plus, le niveau des revenus des pays constitue une source de faiblesse des mesures environnementales.

Ainsi, nous concluons que les pays de la CDAA constituent des havres de pollution pour les pays européens de notre échantillon. À cet effet, nous assistons à une délocalisation de la pollution des pays européens vers les pays de la CDAA. Comme implication de ces mesures, nous assistons à un transfert de pollution locale qui peut s'amplifier avec l'augmentation du commerce international. Cette délocalisation de pollution locale (havre de pollution) entraîne des changements climatiques par la formation de polluants globaux.

Nous pouvons ainsi considérer le renforcement des mesures environnementales comme une politique inefficace face à la réduction de la pollution atmosphérique.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anderson, J. E. (1979). A theoretical foundation for the gravity equation. *The American Economic Review*, 69(1), 106–116.
- Anderson, J. E. (2000). Why do nations trade (so little)? *Pacific Economic Review*, 5(2), 115–134.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., ... Pimentel, D. (1996). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Environment and Development Economics*, 1(1), 104–110. <https://doi.org/10.1017/S1355770X00000413>
- Bagayev, I., & Lochard, J. (2017). EU air pollution regulation : A breath of fresh air for Eastern European polluting industries? *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 145–163.
- Baldwin, R., & Taglioni, D. (2006a). *Gravity for dummies and dummies for gravity equations*. National Bureau of Economic Research.
- Baldwin, R., & Taglioni, D. (2006b). *Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations*. <https://doi.org/10.3386/w12516>
- Beck, T. (2003). Financial dependence and international trade. *Review of International Economics*, 11(2), 296–316.
- Becker, R., Gray, W., & Marvakov, J. (2013). Nber-ces manufacturing industry database : Technical notes. *NBER Working Paper*, 5809.
- Bergstrand, J. H. (1985). The gravity equation in international trade : Some microeconomic foundations and empirical evidence. *The review of economics and statistics*, 474–481.
- Bergstrand, J. H. (1989). The Generalized Gravity Equation, Monopolistic Competition, and the Factor-Proportions Theory in International Trade. *The Review of Economics and Statistics*, 71(1), 143. <https://doi.org/10.2307/1928061>
- Boyd, G. A., & Curtis, E. M. (2014). Evidence of an “Energy-Management Gap” in US manufacturing : Spillovers from firm management practices to energy efficiency. *Journal of Environmental Economics and Management*, 68(3), 463–479.

- Broner, F., Bustos, P., & Carvalho, V. (2012). *Sources of Comparative Advantage in Polluting Industries*. <https://doi.org/10.3386/w18337>
- Brunel, C., & Levinson, A. (2013). Measuring environmental regulatory stringency. *OECD Trade and Environment Working Papers*, 2013(5), 0\_1.
- Carrère, C., Wilson, J., & De Melo, J. (2010). *Distance and Regionalization of Trade for Low-income countries*. The World Bank.
- Cave, L. A., & Blomquist, G. C. (2008a). Environmental policy in the European Union : Fostering the development of pollution havens? *Ecological Economics*, 65(2), 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.018>
- Cave, L. A., & Blomquist, G. C. (2008b). Environmental policy in the European Union : Fostering the development of pollution havens? *Ecological Economics*, 65(2), 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.018>
- Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve : Examining the linkages. *Ecological economics*, 48(1), 71–81.
- Cole, M. A., & Elliott, R. J. R. (2005). FDI and the Capital Intensity of « Dirty » Sectors : A Missing Piece of the Pollution Haven Puzzle. *Review of Development Economics*, 530–548.
- Cole, M. A., Elliott, R. J. R., & Shimamoto, K. (2005a). Industrial characteristics, environmental regulations and air pollution : An analysis of the UK manufacturing sector. *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(1), 121-143. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2004.08.001>
- Cole, M. A., Elliott, R. J. R., & Shimamoto, K. (2005b). Industrial characteristics, environmental regulations and air pollution : An analysis of the UK manufacturing sector. *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(1), 121-143. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2004.08.001>
- Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2004). Trade, growth, and the environment. *Journal of Economic literature*, 42(1), 7–71.
- Croissance de la population (% annuel) | Data. (2019, février 16). Consulté 16 février 2019, à l'adresse <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/sp.pop.grow>

- Directive 1999/30/CE du Conseil, du 22 avril 1999, relative à la fixation de valeurs limites pour l’anhydride sulfureux, le dioxyde d’azote et les oxydes d’azote, les particules et le plomb dans l’air ambiant. , OJ L 163 § (1999).
- Disdier, A.-C., & Head, K. (2008). The puzzling persistence of the distance effect on bilateral trade. *The Review of Economics and Statistics*, 90(1), 37–48.
- Economic partnershipsâ ”Tradeâ ”European Commission. (2019, juin 13). Consulté 13 juin 2019, à l’adresse <http://ec.europa.eu/trade/policy/countries-and-regions/development/economic-partnerships/>
- Ederington, J., Levinson, A., & Minier, J. (2004). Trade liberalization and pollution havens. *Advances in Economic Analysis & Policy*, 3(2).
- Ederington, J., Levinson, A., & Minier, J. (2005). Footloose and pollution-free. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 92–99.
- Ederington, J., & Minier, J. (2003). Is environmental policy a secondary trade barrier? An empirical analysis. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d’économie*, 36(1), 137–154.
- Eskeland, G. S., & Harrison, A. E. (2003). Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. *Journal of Development Economics*, 70(1), 1-23. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(02\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(02)00084-6)
- Feenstra, R. C. (2002). Border effects and the gravity equation : Consistent methods for estimation. *Scottish Journal of Political Economy*, 49(5), 491–506.
- Feenstra, R. C. “Advanced international trade: Theory and evidence”, Princeton University Press, 2004.
- Gaulier, G., & Zignago, S. (2010). *Baci : International trade database at the product-level (the 1994-2007 version)*.
- Grossman G., (1998), «Comment on Deardorff » in Frankel J. A. (ed.), *The Regionalization of the World Economy*, Chicago, University of Chicago Press, p.33-57
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. <https://doi.org/10.3386/w3914>

- Hanna, R. (2010). US environmental regulation and FDI : Evidence from a panel of US-based multinational firms. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2(3), 158–89.
- James E. Anderson, & Eric van Wincoop. (2003). Gravity with Gravitas : A Solution to the Border Puzzle. *The American Economic Review*, 93(1), 170-192.
- Kahn, M. E. (2003). The geography of US pollution intensive trade : Evidence from 1958 to 1994. *Regional science and urban Economics*, 33(4), 383–400.
- Kellenberg, D. K. (2009). An empirical investigation of the pollution haven effect with strategic environment and trade policy. *Journal of international economics*, 78(2), 242–255.
- Krugman, P. R. (s. d.). *INCREASING RETURNS, MONOPOLISTIC COMPETITION, AND INTERNATIONAL TRADE*. 11.
- Levinson, A., & Taylor, M. S. (2008a). Unmasking the pollution haven effect. *International economic review*, 49(1), 223–254.
- Levinson, A., & Taylor, M. S. (2008b). Unmasking the pollution haven effect. *International economic review*, 49(1), 223–254.
- Mani, M., & Wheeler, D. (1998). In search of pollution havens? Dirty industry in the world economy, 1960 to 1995. *The Journal of Environment & Development*, 7(3), 215–247.
- McCallum, J. (1995). National Borders Matter : Canada-U.S. Regional Trade Patterns. *The American Economic Review*, 85(3,), 615-623.
- Neuf personnes sur 10 respirent un air pollué dans le monde. (2019a, février 16). Consulté 16 février 2019, à l’adresse <https://www.who.int/fr/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
- Neuf personnes sur 10 respirent un air pollué dans le monde. (2019b, avril 3). Consulté 3 avril 2019, à l’adresse <https://www.who.int/fr/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

- Nunn, N. (2007). Relationship-Specificity, Incomplete Contracts, and the Pattern of Trade. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(2), 569-600.  
<https://doi.org/10.1162/qjec.122.2.569>
- OMS | 7 millions de décès prématurés sont liés à la pollution de l'air chaque année. (2019, février 16). Consulté 16 février 2019, à l'adresse WHO website:  
<https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/>
- *PDF.pdf*. (s. d.). Consulté à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0030&from=FR>
- Plus de 90% des enfants dans le monde respirent chaque jour un air pollué. (2019, avril 3). Consulté 3 avril 2019, à l'adresse <https://www.who.int/fr/news-room/detail/29-10-2018-more-than-90-of-the-world's-children-breathe-toxic-air-every-day>
- Pollution : 300 millions d'enfants respirent de l'air toxique, selon l'UNICEF. (2016a, octobre 31). Consulté 16 février 2019, à l'adresse ONU Info website:  
<https://news.un.org/fr/story/2016/10/346822-pollution-300-millions-denfants-respirent-de-lair-toxique-selon-lunicef>
- Pollution : 300 millions d'enfants respirent de l'air toxique. (2016b, octobre 30). *La Presse*. Consulté à l'adresse  
<https://www.lapresse.ca/environnement/pollution/201610/30/01-5035922-pollution-300-millions-denfants-respirent-de-lair-toxique.php>
- Portes, R., & Rey, H. (2005). The determinants of cross-border equity flows. *Journal of international Economics*, 65(2), 269–296.
- Rajan, R. G., & Zingales, L. (1996). *Financial dependence and growth*. National bureau of economic research.
- *Rapport sur l'investissement dans le monde 2018 L'investissement et les nouvelles politiques industrielle*. (2018). 52.
- Rose, A. K. (s. d.). *National Money as a Barrier to International Trade : The Real Case for Currency Union* Andrew K. Rose and Eric van Wincoop.
- Santos, J. M. C. (s. d.). The Log of Gravity. *THE REVIEW OF ECONOMICS AND STATISTICS*, 62.

- Santos Silva, J.M.C., Tenreyro, S., 2006. The log of gravity. - Google Scholar. (2018, juillet 10). Consulté 10 juillet 2018, à l'adresse [https://scholar.google.fr/scholar?hl=fr&as\\_sdt=0%2C5&q=Santos+Silva%2CJ.M.C.%2C+Tenreyro%2CS.%2C+2006.The+log+of+gravity.&btnG=](https://scholar.google.fr/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=Santos+Silva%2CJ.M.C.%2C+Tenreyro%2CS.%2C+2006.The+log+of+gravity.&btnG=)
- Taylor, M. S. (2004). Unbundling the pollution haven hypothesis. *Advances in Economic Analysis & Policy*, 3(2).
- Tinbergen, J. (1963). Shaping the world economy. *The International Executive*, 5(1), 27–30.
- *Tradoc\_153842.pdf*. (s. d.). Consulté à l'adresse [http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2015/october/tradoc\\_153842.pdf](http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2015/october/tradoc_153842.pdf)
- *Version\_pdf.pdf*. (s. d.). Consulté à l'adresse [https://aida.ineris.fr/consultation\\_document/1029/version\\_pdf](https://aida.ineris.fr/consultation_document/1029/version_pdf)