

Rapport de recherche

**La mise en œuvre de mesures de protection de l'environnement
influencent-elles la compétitivité internationale d'un pays ?**

Par Clémence Burnichon

Présenté à M. Hollander

Le 23 août 2011
Département de sciences économiques
Université de Montréal

I) Introduction :

Depuis les années 1960, l'environnement est devenu une préoccupation politique pour la plupart des pays. On a vu apparaître, au fur et à mesure des années, dans les programmes des différents politiciens, des mesures de protection de l'environnement et le lobby environnemental a pris une place non négligeable dans le paysage politique. Les lois concernant l'environnement sont maintenant très nombreuses et touchent toutes les formes environnementales (l'eau, l'air, la faune, la flore).

Une des préoccupations phare des vingt dernières années est le réchauffement climatique qui, selon les études, conduirait à une augmentation de 1,4 à 5,8 degré Celsius de la température terrestre d'ici 2100, ce qui aurait des conséquences désastreuses pour la planète. Il a été prouvé scientifiquement que ce réchauffement climatique était une conséquence de la présence de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Il existe plusieurs types de gaz qui ont ces effets : le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote... Depuis 1992, la plupart des pays se sont ralliés pour tenter de traiter ce problème. Ils sont joints en signant un traité international «La convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ». En 1995, un ajout est fait à la convention : le protocole de Kyoto¹ qui insiste sur le fait que les pays signataires de la convention doivent prendre des objectifs individuels permettant de stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Parmi les outils économiques, la taxe carbone est un des principaux moyens utilisés pour atteindre les objectifs du protocole car les émissions polluantes à base de dioxyde de carbone représentent près des deux tiers des émissions globales. Toutefois, économiquement, la mise en place d'une taxe représente toujours un fardeau pour un pays. La mise en place de la taxe carbone n'est pas uniforme dans le monde, le fardeau issu de cette taxe n'est donc pas identique dans le monde. Effectivement, une partie des pays restent en retrait et ne sont pas signataires de la convention ou du protocole de Kyoto.

Le principe de cette taxe est basé sur le fait que l'utilisation d'énergie fossile est le principal agent d'émission polluante à base de dioxyde de carbone. Le charbon, le gaz naturel, le pétrole lors de leur combustion laissent échapper des émissions polluantes. Or, la majorité des industries utilisent les énergies fossiles.

¹ <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpfrench.pdf> (texte du protocole de Kyoto)

La production industrielle va donc être touchée de manière importante lors de la mise en place d'une taxe sur les émissions polluantes. Ainsi, les différentes entreprises vont faire face à une augmentation de leurs coûts de production dans les pays où est appliquée cette taxe.

Ces différents constats nous mènent à nous questionner sur le fait que la mise en œuvre d'une taxe carbone pourrait avoir un effet néfaste sur la compétitivité internationale des pays qui choisissent de mettre en place des politiques de protection de l'environnement.

Dans cette étude, nous définirons d'abord les concepts importants, nous présenterons ensuite les différentes études déjà réalisées sur la problématique, nous soumettrons un modèle afin d'analyser les effets de la taxe carbone. Enfin nous présenterons une analyse descriptive des données et des résultats.

II) Définition des concepts clés :

a) La taxe carbone :

La taxe carbone est une taxe appliquée sur la quantité de carbone, sous forme de dioxyde de carbone libéré dans l'atmosphère lors de la combustion des énergies fossiles comme le pétrole, le gaz naturel, le charbon. L'effet que produit cette accumulation de gaz dans l'atmosphère est appelé « effet de serre » et conduit à des phénomènes de réchauffement climatique (*Global Warming*).

Le principe est d'utiliser les mécanismes de collecte déjà présents dans le pays désirent mettre en place cette taxe afin de limiter les coûts de conformité. La taxe est ensuite appliquée pour les quantités d'énergie fossile que se procurent les différentes industries par importation ou extraction et qui sont mises à contribution dans la production industrielle. La taxe ne porte que sur la combustion du carbone. Ainsi les industries utilisant du carbone qui ne sera pas brûlé ne payeront pas la taxe.

La raison de l'utilisation de cette taxe est simple, les quantités de dioxyde de carbone présentes dans l'atmosphère sont telles qu'il semble que l'effet sur le climat soit déjà avéré. Il est donc crucial aujourd'hui de modifier nos habitudes afin de diminuer ces émissions de dioxyde de carbone polluant pour éviter les scénarios de catastrophe écologique évoqués par les scientifiques.

b) L'équation de gravité :

Premièrement introduit par Tinbergen en 1962, l'équation de gravité est un modèle économique inspiré de la loi physique de l'attraction des corps ou gravité. Les corps sont attirés entre eux en fonction de leur masse. Identiquement le concept a été repris en économie pour expliquer le volume des échanges internationaux (en matière de commerce, de capital et de population). Par exemple en matière de commerce international, ce type de modèle tente d'expliquer les échanges internationaux en fonction de données comme le PIB (produit intérieur brut), la population, et la distance séparant deux pays. On ajoute régulièrement dans le modèle des éléments qui représentent des obstacles au commerce.

L'équation de base peut s'écrire sous la forme :

$$GF_{ij} = \frac{M_i M_j}{D_{ij}} \quad i \neq j$$

Où

GF_{ij} est la force gravitationnelle qui s'exerce entre les deux corps

M_i M_j sont la masse du corps i et j respectivement

Et D_{ij} est la distance entre les deux corps.

Pour des raisons de simplification mathématique, l'équation est le plus souvent estimée sous sa forme logarithmique.

$$\ln GF_{ij} = \ln M_i + \ln M_j - \ln D_{ij} \quad i \neq j$$

En économie, on remplace GF (force gravitationnelle) par la valeur des exportations ou des importations entre deux pays et pour les masses on utilise la valeur du PIB. La distance entre deux pays est en fait la distance entre les grandes agglomérations.

L'équation peut alors s'écrire :

$$\ln Exp_{ij} = \beta_1 \ln PIB_i + \beta_2 \ln PIB_j + \beta_3 \ln POP_i + \beta_4 \ln POP_j + \beta_5 Dist_{ij}$$

Où :

E_{ij} sont les exportations en dollars

PIB_i et PIB_j sont les produits intérieurs bruts des pays i et j

POP_i et POP_j sont les populations des pays i et j

Et $Dist_{ij}$ est la distance entre le pays i et le pays j .

III) Etude de la littérature existante :

a) *An econometric study on international trade flow* par Hans Linnemann (1966)

Dans son étude, Linnemann (1966) tente d'expliquer pourquoi la taille des importations et des exportations varie de manière aussi importante entre deux pays. Il tente de déterminer les facteurs qui influencent le volume de commerce entre deux pays ainsi que leurs importances relatives. Son but est de déterminer quelles sont les caractéristiques qui influencent de manière positive ou négative le commerce international de chacun des pays. Pour cela il utilise ce que l'on appelle une équation de gravité. Il définit 3 catégories de facteurs importants : les facteurs qui indiquent l'offre potentielle totale sur le marché mondial (le pays exportateurs), les facteurs indiquant la demande potentielle totale (pays importateurs) et les facteurs qui représentent une résistance à l'échange entre le pays exportateur (offre) et le pays importateur (demande). Il définit 3 grands déterminants des échanges potentiels entre deux pays : le PIB (produit intérieur brut), la population de ce pays et le niveau de revenu per capita. Toutefois il estime que le revenu individuel a un effet que très limité sur les échanges. Il intègre ces trois déterminants sous forme de variables dans le modèle.

Les forces qui s'opposent aux échanges internationaux peuvent être classées en deux groupes. D'un côté les obstacles naturels le plus important étant le coût de transport et d'un autre côté les obstacles artificiels comme la mise en place de tarifs douaniers et de quotas. Les coûts de transport étant très fortement corrélés à la distance entre les deux pays commerçant, il intègre directement la distance comme variable dans le modèle pour prendre en compte les coûts transport. Pour ce qui est des barrières artificielles, l'intégration au modèle se fait sous forme d'un variable dichotomique relative à l'appartenance ou non à des alliances commerciales donnant accès à des tarifs douaniers préférentiels. Après estimation du modèle, l'auteur arrive aux conclusions suivantes : toutes les variables expliquent de manière très significative les échanges entre deux pays. La présence d'une d'alliance commerciale modifie significativement le niveau des échanges entre les deux pays. Les déterminants les plus importants pour le commerce international sont le PIB et la distance qui sépare les deux pays. Les résultats obtenus sont comparables aux résultats des études précédentes et semblent en accord avec la réalité.

b) *The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test* par James A. Tobey (1990)

Dans cette étude, l'auteur tente de montrer que la sévérité des lois environnementales modifie les termes du commerce international pour les industries polluantes d'un pays. Il utilise un modèle de commerce international : le modèle Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV). Dans cet article, il définit tout d'abord quelles sont les industries polluantes en se basant sur les coûts que représenterait, pour ces industries, le fait de réduire leurs émissions polluantes par rapport au coût total. Si le coût de réduire les émissions polluantes est supérieur à 1.85% du coût total alors l'industrie est considérée comme intensive en émission polluante. Le choix de ce seuil est dû au fait que 1.85% est le pourcentage qui correspond aux industries considérées comme polluante par la plupart des pays. Ces données proviennent du Département du Commerce américain et de l'Agence de la protection de l'environnement pour l'année 1977. Il décrit ainsi 24 types différents d'industries intensives en pollution classées grâce à une table SITC-REV3 (*Standard International Trade Classification-Revision3*). Afin de mieux observer les effets sur les différentes industries il les classe en cinq catégories (extraction de minerais, produits du papier, produits chimiques, produits primaires de l'acier et du fer, et produit métalliques non-ferreux).

Cette étude explique les exportations des industries polluantes par 11 facteurs (le flux d'investissement domestique brute, une classification des travailleurs (professionnels, non-professionnel, et travailleurs analphabètes), la taille des zones du pays selon le climat, la production de carburant solide primaire, minéral, sous forme d'huile ou de gaz pour l'année 1975. Le choix de ces variables de provient d'une étude de Leamer (1984), elles représentent les dotations initiales de chacun de pays pour l'année choisie. Il ajoute une variable qui définit la sévérité des lois environnementales. Cet indice assigne un chiffre compris entre 1 et 7 et qui représente la sévérité des lois environnementales (7 correspondant à strict et 0 correspondant à tolérant). Les données utilisées pour le classement sont issues d'un questionnaire rempli par les gouvernements. L'auteur utilise un échantillon de 23 pays (13 industrialisés, et 10 en développement). L'auteur utilise deux approches différentes pour déterminer l'impact de la sévérité des lois environnementale. Tout d'abord il inclut dans le modèle une variable qui correspond à l'indice décrit plus haut et estime le modèle par moindres carrés ordinaires pour les cinq groupes d'industries polluantes. Dans chacun des cas, il

trouve des coefficients non significativement différents de zéro pour tous les groupes industries, la variable ne jouant donc pas de rôle explicatif dans le modèle. L'auteur conclue que la variable « sévérité de lois environnementales n'a pas d'impact sur le modèle dans le cas de cette estimation. Afin de vérifier ce résultat, il procède à une autre étape.

La deuxième approche consiste à faire un test d'hypothèse sur le modèle, l'auteur pose l'hypothèse que les résultats obtenus dans la première étape sont exacts. Ainsi, l'hypothèse est que le niveau de sévérité des lois environnementales n'a pas d'impact sur le commerce international, cela correspond à l'obtention d'un coefficient égal à zéro pour la variable « sévérité des lois environnementales » dans le modèle. Les résultats obtenus confirment les précédents et une fois de plus l'auteur trouve que les mesures de contrôle de l'environnement n'ont pas d'effet sur le commerce international.

Ces résultats semblent donc remettre en cause les hypothèses de départ sur la perte de compétitivité des industries polluantes lors de la mise en place de lois environnementales strictes.

c) *An Empirical Multi-Country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows* par Cees van Beers and Jeroen C.J.M. van den Bergh (1997)

Cette étude analyse l'impact de la rigueur de lois environnementales sur le commerce international. Pour l'auteur, plus un pays impose des lois strictes en matière d'environnement plus ce pays a tendance à perdre ses avantages comparatifs et ainsi à détériorer les termes des échanges commerciaux avec les autres pays notamment pour les industries les plus polluantes. Lorsqu'un pays adopte des lois très strictes concernant l'environnement il y a alors deux effets importants. Premièrement, les industries les plus polluantes voient leur compétitivité diminuer. Et afin d'éviter l'augmentation de leur coût de production, elles feront migrer leurs activités vers des zones où les lois sont moins strictes voire inexistantes. Ce type de comportement tend à réduire les exportations du pays faisant face à ces lois. Deuxièmement, le prix relatif des produits des industries polluantes augmentent et donc les consommateurs vont préférer les produits étrangers. Dès lors les importations augmentent.

Dans cet article, l'auteur teste les hypothèses précédentes, pour cela, il choisit une équation de gravité incluant des variables comme le PIB, les populations des pays importateurs et exportateurs, la distance entre ces deux pays, ainsi que des variables dichotomiques pour l'appartenance à des alliances commerciales. L'auteur ajoute au modèle deux variables reflétant la superficie de chacun des pays en hectare. Il crée ensuite un indicateur de sévérité des lois environnementales basé sur les réponses de la société pour la préservation de l'environnement. L'auteur divise les réponses de la société en deux catégories: les réponses « *input-oriented* » et les réponses « *output-oriented* ». La première catégorie prend en compte les efforts de la société pour diminuer la pollution par exemple en développant la recherche en matière de technologie non-polluante ou bien les investissements réalisés pour diminuer la pollution. Les pays disposant de telles mesures sont considérés comme des pays ayant des lois environnementales strictes. Toutefois les indicateurs « *input-oriented* » ne prennent pas en compte les mesures prises pour contrebalancer les coûts engendrés par la protection de l'environnement.

La deuxième catégorie est basée sur la mesure des résultats obtenus par la mise en place des lois environnementales. Cette deuxième catégorie prend en compte le coût de la mise en place de compensations sous forme d'une subvention. Par exemple,

l'efficacité d'une taxe protégeant l'environnement sera plus faible si, au même moment que sa mise en place, on instaure une subvention pour aider les industries touchées par la taxe. L'auteur estime que les indicateurs « *output-oriented* » sont de meilleurs indicateurs. Dès lors l'auteur choisi d'utiliser ce type d'indicateur. Pour la construction de l'indice, l'auteur utilise sept critères (la part de territoire protégé, la part de marché de l'essence sans plomb, le taux de recyclage du papier, du verre, le pourcentage de la population qui est connecté au système d'évacuation des eaux usées, les changements d'intensité d'énergie entre deux périodes espacées de dix ans et le niveau d'intensité d'énergie). Il classe les pays selon leurs performances pour chaque critère (1 étant la pire performance et ainsi de suite). Il somme les chiffres obtenus pour chaque pays et divise par le nombre de pays pour obtenir un indicateur entre 0 et 1. Il nomme cet indice « *broad* ». Cet indice prend en compte l'information de 7 critères concernant la protection de l'environnement. Le but est d'attribuer la valeur 1 au pays qui réalise la meilleure performance en cumulant tous les critères et la valeur la plus proche de 0 pour les pays ayant la moins bonne performance. Chacun des critères s'attache à un aspect particulier de l'environnement (le protection du territoire, les dépenses en énergie, le recyclage, le traitement de l'eau...) ainsi cet indice permet d'avoir une vue d'ensemble sur les mesures prises par les différents gouvernements quant à la protection de l'environnement sous ces différentes formes.

A partir de 2 critères utilisés pour l'indice « *broad* » (les changements d'intensité d'énergie et le niveau d'énergie utilisé), l'auteur crée un indice « *narrow* » selon le même principe expliqué plus haut. L'indice « *narrow* » met l'accent sur les dépenses en énergie et ne tient pas compte des autres aspects de l'environnement (l'eau, les forêts...). Ainsi l'auteur dispose de deux indices différents pour son étude : l'indice « *broad* » et l'indice « *Narrow* ».

L'auteur restreint son cadre d'étude aux industries les plus polluantes. Ce choix se fait sur les coûts de la réduction et du contrôle de la pollution auxquels les entreprises font face. Il choisit les industries pour lesquelles le coût de diminuer ou de contrôler leur pollution est supérieur ou égale à 1% de la valeur totale de leurs ventes (Low 1992). Il décrit donc 14 industries et les classe en deux groupes : celles dont l'activité est « mobile » et celles dont l'activité n'est « pas mobile », ce qui permet de déterminer si la délocalisation de son activité est possible ou non.

L'estimation se fait donc pour 14 industries, et 21 pays pour l'année 1992 et selon les deux indices cités plus haut. Les résultats empiriques nous montrent que la présence de politique environnementale stricte dans un pays exerce un effet négatif sur le flux d'exportation des industries polluantes. De même, cela affecte négativement les industries «mobiles». Le coefficient pour les industries «non-mobiles» n'est pas significativement différent de zéro pour le pays exportateur, on peut expliquer cela par le fait que les industries dont l'activité est «non-mobile» ne sont pas en mesure de soustraire aux lois environnementales présentes dans leur pays. Toutefois, ce type d'industries est majoritairement représenté par les industries qui utilisent des ressources naturelles comme le pétrole, le bois, les minerais. La rareté de ces ressources naturelles leur permet de conserver leur compétitivité malgré la sévérité des lois. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux de Tobey (1990) pour les années 1970.

d) *The Study of Effect of Carbon Tax on the International Competitiveness of Energy-intensive Industries: An Empirical Analysis of OECD 21 Countries 1992-2008* par Yu-Huan ZHAO (2010).

Etant donné les récentes mises en place de mesures visant à atteindre les objectifs du protocole de Kyoto, l'auteur propose dans cette étude d'évaluer l'impact de ces mesures sur le commerce international. Il choisit un échantillon de 21 pays faisant partie de l'OCDE et analyse les flux bilatéraux de leurs exportations en fonction de différents critères. Afin d'étudier l'effet d'une taxe carbone, il incorpore, dans une équation de gravité, des variables dichotomiques expliquant les modifications dans les exportations entre deux pays s'il y a présence d'une taxe carbone dans le pays importateur, exportateur ou dans les deux.

L'auteur choisi son échantillon d'industries sur la base d'études préexistantes (Harris, Kónya et Mátyás, 2002) mais aussi sur le fait que les facteurs de production utilisés sont mobiles ou pas. Le but de cette différenciation est de savoir si l'entreprise sera capable de délocaliser ou non son activité si la présence de la taxe venait à représenter un trop gros fardeau fiscal.

L'auteur utilise le rapport de la banque mondiale « *trade and climate change* » (2008) pour choisir l'échantillon de pays. Il inclus tous les pays ayant déjà mis en place une taxe carbone et la majorité des pays prévoyant d'en mettre une en place. La taille des exportations étant dépendante d'autres facteurs comme la technologie utilisée, la qualification des travailleurs, la stabilité politique, le choix des pays a été fait pour minimiser les différences entre les pays concernant ces facteurs.

L'analyse de l'impact se fait donc par régression des variables du modèle par moindres carrés généralisés pour les 21 pays et les 9 industries sur les années 1992 à 2008. L'auteur suppose que la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur va faire diminuer les exportations et la présence d'une taxe carbone dans le pays importateur va faire augmenter les exportations.

Les résultats nous montrent que dans la situation où le pays exportateur met en place une taxe carbone, l'impact de la taxe n'est pas significatif. Dans le cas où le pays importateur a une taxe carbone alors, cette dernière exerce une influence négative sur le volume d'exportation (-33%). Lorsque les deux pays ont une taxe carbone alors on a un effet négatif sur les exportations de 22%. Cela est en contradiction avec les hypothèses que l'auteur fait concernant les effets attendus de la taxe sur le commerce international.

Il explique ces différences par le fait que les industries intensives en énergie bien que très touchées par la mise en place de cette taxe, restent des industries très compétitives. De plus, il ajoute que les gouvernements qui implémentent ce type de taxe, mettent aussi en place des systèmes de subvention et d'exemptions fiscales pour éliminer l'impact attendu de la taxe sur la compétitivité internationale.

L'auteur divise ensuite en deux groupes ces industries, celles qui peuvent délocaliser leur activité et celles qui ne le peuvent pas. Dans le cas où seulement le pays importateur a mis en place une taxe carbone, cette taxe exerce une influence négative sur les exportations pour les deux types d'industries mais l'influence est plus forte pour les industries « non mobiles ». Lorsque les deux pays ont une taxe, l'effet sur les industries « non mobiles » est négatif (-0.31) et faiblement positif pour les industries mobiles (0.08). Enfin dans le cas où seul le pays exportateur a une taxe carbone les résultats montrent une influence négative sur les exportations des industries « mobiles ». Dans le cas où le pays exportateur mets en place une taxe carbone et que les industries ne sont pas mobiles les résultats ne sont pas significatifs. L'auteur montre aussi que les effets de la taxe sont différents selon la période que l'on analyse (1992-2000/2000-2008).

IV) Modélisation :

Grâce aux études réalisées précédemment, il est possible d'adopter un modèle et une méthode pour traiter de la problématique proposée. Premièrement, il apparaît que l'équation de gravité est une modélisation satisfaisante pour l'étude du flux bilatéral d'exportation. Le choix d'un tel modèle nécessite les données sur les produits intérieurs bruts (PIB), les populations des pays de l'échantillon sur plusieurs années, et la distance qui sépare ces pays. Cela semble aisément réalisable étant donné les différentes bases de données dont on dispose.

Deuxièmement, afin de parfaire la précision du modèle, il faut disposer des informations concernant les alliances commerciales entre les différents pays choisis pour l'étude. La présence d'accord de libre échange entre deux pays favorise le commerce entre ces deux pays, il faut donc tenir compte de ce critère pour ne pas attribuer l'impact positif de ces alliances à la présence d'une taxe carbone si l'on omet cette information. Ce type de donnée est recensé par l'Organisation Mondiale du Commerce.

Troisièmement, le but de l'étude étant de capturer l'impact des mesures environnementales prises par les gouvernements sur la compétitivité internationale et tout particulièrement des industries les plus polluantes, il faut introduire une mesure de cet impact. On va, dans le cadre de cette étude, dissocier deux effets différents et employer deux types d'indices environnementaux. Tout comme l'ont fait J. Tobey en (1990) et Cees van Beers et Jeroen C.J.M. van den Bergh en (1997), on va introduire tout d'abord un indice de sévérité des lois environnementales. Le choix entre les deux types d'indice que ces autres études ont employé est basé sur la pertinence actuelle. L'indice employé par Tobey en (1990) est issu d'un questionnaire directement rempli par les gouvernements en 1976. Toutefois, les lois environnementales et les comportements des gouvernements ont nettement été modifiés dans les quarante dernières années. Il est peu probable que les réponses alors fournies soient toujours identiques et certains pays qui n'étaient pas très concernés par l'environnement il y a 40 ans le sont probablement beaucoup plus aujourd'hui et donc leurs lois et mesures environnementales doivent refléter ces modifications. L'indice ne semble pas être suffisant pour capturer l'effet des lois sur les exportations d'aujourd'hui.

En ce qui concerne l'indice de Cees van Beers et van den Bergh (1997), il est basé sur des données de 1980 et 1990 pour 7 critères. Il est possible de reproduire la méthode utilisée pour la construction de cet indice avec les données pour la période analysée. Les données dépendent des pays choisis, les données des critères constituant l'indice « *broad* » expliqué plus tôt ne sont malheureusement pas toutes disponibles pour l'échantillon de pays sélectionné, il est donc difficile d'utiliser cet indice « *broad* ». Par contre, les critères de l'indice de type « *narrow* » sont disponibles pour la totalité de l'échantillon choisi et donc Cet indice s'impose de lui-même pour la suite de l'étude. Il faut noter que la forme « *narrow* » reflète d'une meilleure manière les coûts que représente la protection de l'environnement. Les critères qui constituent l'indice (le niveau d'intensité énergétique en 1980 et le changement de niveau d'intensité énergétique entre 1980 et 1990) sont directement reliés à un investissement dont le but est la modification des comportements. Finalement, cet indice représente mieux la pression qu'imposent les lois environnementales aux agents.

Enfin, tout comme Yu-Huan ZHAO (2010) le fait dans son étude, une variable permettant de capturer uniquement l'effet de la taxe carbone est ajoutée au modèle. Cela permet de voir si les flux d'exportation sont modifiés selon que le pays importateur, exportateur ou les deux ont mis en place une taxe carbone ou une taxe s'apparentant à cela. Le but est de vérifier la véracité des hypothèses suivantes : si seulement le pays exportateur a mis en place une taxe carbone alors elle aura un impact négatif sur les exportations, si au contraire seulement le pays importateur a mis en place une taxe carbone alors cela fera augmenter les exportations et si les deux pays ont une taxe carbone alors l'effet négatif d'un côté et positif de l'autre s'annuleront.

Ainsi, le modèle adopté peut s'écrire :

$$\ln Exp_{ijt} = \alpha_{it} + \alpha_{jt} + \beta_1 \ln PIB_{it} + \beta_2 \ln PIB_{jt} + \beta_3 \ln POP_{it} + \beta_4 \ln POP_{jt} + \beta_5 CT_{it} \\ + \beta_6 CT_{jt} + \beta_7 CT_{ijt} + \beta_8 SER_i + \beta_9 SER_j + \beta_{10} A_{ijt} + \beta_{11} Dist_{ij} + \varepsilon_{ijt}$$

où:

EXP_{ijt} : exportation du pays i vers le pays j pour l'année t

PIB_{it} et PIB_{jt} : PIB du pays i pour l'année t et PIB du pays j pour l'année t

POP_{it} et POP_{jt} = population du pays i pour l'année t et population du pays j pour l'année t

CT_{it} CT_{jt} CT_{ijt} : variable dichotomique pour la présence d'une taxe carbone. CT_{it} est égale à 1 si le pays exportateur a mis en place une taxe carbone, CT_{jt} égale à 1 si le pays importateur a mis en place une taxe carbone, CT_{ijt} égale à 1 si les deux pays ont mis en place une taxe carbone.

SER_i SER_j : indice de sévérité des lois environnementales du pays i ou j .

A_{ijt} : égale à 1 si les deux pays ont une alliance commerciale entre eux pour l'année t

$Dist_{ij}$: distance entre le pays i et le pays j

ε_{ijt} : terme d'erreur

A la lumière des études précédentes, on peut poser plusieurs hypothèses concernant le signe de chacun des coefficients du modèle. Tout d'abord, on s'attend à ce que β_1 soit positif. Si l'on considère le PIB comme la production du pays exportateur, alors plus le PIB est important plus la production totale est importante et plus la capacité à exporter est importante.

De même, on suppose que β_2 va être positif. On peut considérer que le PIB du pays importateur correspond au revenu de ce pays, et lorsque que le PIB augmente le pays est plus riche et donc sa demande sur le marché international va augmenter.

Ensuite, on s'attend à ce que β_5 soit négatif, plus la distance entre deux pays augmente plus le commerce entre ces deux pays est difficile. On peut imaginer la variable distance comme un instrument pour la mesure du coût de transport et de transaction entre deux pays. Ainsi plus la distance augmente, plus le coût du transport augmente et donc les exportations vont diminuer avec l'augmentation de la distance.

Le signe des coefficients liés à la population est plus ambigu. Le coefficient β_3 peut être positif ou négatif. Si la population du pays exportateur augmente alors la demande domestique augmente et la part de la production qui va être exportée diminue donc β_3 sera négatif. Toutefois, les grands pays en terme économique exportent plus que les pays ainsi β_3 sera positif. De ce fait il est difficile de déterminer le signe de β_3 . De la même manière le signe de β_4 est difficile à déterminer. On peut dire que la population peut être un obstacle mais aussi un avantage en ce qui concerne les exportations.

Contrairement à la variable de distance, on estime que la variable correspondant à la présence d'une alliance commerciale représente un élément favorable au commerce international. On suppose que β_{10} va être positif et que la présence d'une alliance commerciale fait augmenter les exportations.

Les lois environnementales s'appliquent à plusieurs domaines : la protection des forêts, la lutte contre la pollution atmosphérique, la préservation des espèces... La protection de chacun de ces domaines est réalisée grâce à différents outils économiques ou bien par des lois. Lors de la mise en place des lois environnementales, le but est de limiter la pollution des industries en fixant des limites qui ne pourront être dépasser comme par exemple des quotas ou bien en fixant des objectifs à atteindre par exemple l'obligation de replanter des arbres lors de l'exploitation d'une forêt. Le fait de se conformer aux lois engendre un coût pour les industries. Toutefois plus les lois sont strictes plus les objectifs fixés sont strictes et de ce fait plus le coût de se conformer à ces lois est important. Dès lors, le pays ayant les lois les plus strictes, imposent à leurs industries un coût plus important et ce coût se répercute sur le prix des produits. Il est alors moins avantageux d'exporter et ainsi les exportations diminuent. A l'inverse, si les lois environnementales sont strictes dans le pays importateur, le prix relatif des produits étranger et plus faible (le prix des produits en provenant du pays exportateur est plus faible) et donc les exportations vont augmenter. Pour cela on s'attend à ce que β_8 soit négatif et β_9 soit positif.

De manière identique, on s'attend à ce que la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur fasse diminuer les exportations (l'augmentation du coût de production dû au fardeau fiscal rend les exportations plus chères et donc moins intéressantes) et donc on imagine que β_5 va être négatif. Pour la situation où seulement le pays importateur a mis en place une taxe carbone on s'attend à ce que β_6 soit positif, c'est-à-dire que la présence de cette taxe va faire augmenter les prix des produits locaux dans le pays importateur et va rendre plus attractif le marché international. Ainsi, les exportateurs vont augmenter.

Dans le cas où le pays importateur et le pays exportateur ont mis en place une taxe carbone, on s'attend à ce que le coefficient soit zéro ou très proche de zéro. L'effet de la taxe carbone dans le pays importateur étant l'effet miroir de l'effet de la taxe dans le pays exportateur. Les deux effets sont de même ampleur mais de signes opposés et ils s'annulent dans la situation où le pays importateur et le pays exportateur ont une taxe carbone en vigueur.

On va donc prouver si les hypothèses précédentes sont vérifiées pour différents types d'industries.

Choix de l'échantillon de pays :

Le choix des pays étudiés répond à trois critères. Tout d'abord, il faut que les données existent et soient disponibles. Ensuite, il est important de considérer des pays qui ont déjà mis en œuvre ou qui projettent de le faire une taxe carbone. Enfin, il est nécessaire que ces pays soient plus ou moins semblables concernant la technologie employée, la stabilité politique. La présence de trop grandes disparités entre les pays de l'échantillon aurait une influence sur les résultats. Bien que difficile à quantifier, on a tenté de choisir des pays dont les différences sont les plus faibles possibles.

On a donc choisi un échantillon de 19 pays de l'OCDE comprenant : l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Suisse, l'Allemagne, le Danemark, l'Estonie, la Finlande, le France, le Royaume-Uni, l'Italie, le Japon, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, la Slovénie, la Suède et les Etats-Unis.

On peut voir dans le tableau ci-dessous les dates de mise en place de la taxe carbone pour la plupart des pays de l'échantillon.

Status of Carbon Tax Regimes in Selected OECD Countries

Country	Status	Tax Type
Australia	Proposed in 1994, not adopted	Greenhouse levy
Austria	2000 (updated)	Energy tax
Belgium	Planned	Energy tax
Denmark	1993 (implemented), 1996 (updated)	Carbon tax (part of a tax reform)
Estonia	2000 (implemented)	Carbon tax
EU	Proposed since 1991 but lacks support from some members	CO ₂ /environment tax
Finland	1990 (implemented), 1998 (updated)	Carbon/energy tax
France	1999 (proposed), 2000 (suspended)	Energy/carbon tax
Germany	1999 (implemented)	Energy tax (ecotax)
Italy	1998 (implemented), 1999 (revised), then suspended	Energy tax reform
Japan	Pending	Carbon tax
New Zealand	2007 (planned)	Carbon tax
Norway	1991 (implemented), 1999 (updated)	Carbon tax
Poland	Pending	Carbon tax
Portugal	Pending	Carbon tax
Slovenia	1997 (introduced)	Carbon tax
Sweden	1991 (implemented), 2001 (updated)	Carbon tax (part of a tax reform)
Switzerland	Pending	Carbon tax
Netherlands	1996 (implemented)	Energy tax
United Kingdom	2001 (implemented)	Climate change levy
United States	Proposed in 1993, not adopted	BTU tax

Sources: IEA, OECD, EEA (various years). See appendix 2 for details of various measures.

On peut noter que le Canada ne figure pas dans le tableau, toutefois selon Environnement Canada, une taxe carbone est en vigueur dans trois de ses provinces : le Québec en Octobre 1997, l'Alberta en juillet 2007 et la Colombie-Britannique en juillet 2009. En outre, on sait que pour la période 1990-2008 ces trois provinces étaient respectivement la première, troisième et cinquième plus grande source d'émissions polluantes représentant plus de 50% des émissions totales du Canada². De plus l'Alberta est un des plus gros producteurs de produits pétroliers du Canada et un des plus grands exportateurs. Pour les besoins de l'étude nous considérerons que le Canada a mis en place une taxe carbone sur la totalité du pays à partir du moment où l'Alberta a mis en œuvre sa taxe carbone c'est-à-dire en juillet 2007.

Choix de l'échantillon d'industrie :

Le choix de l'échantillon d'industries intensives en énergie suit celui de l'étude de Cees van Beers et Jeroen C.J.M. van den Bergh (1997). On dispose donc d'un échantillon de 14 industries intensives en énergie. Tout comme le fait Tobey (1990) on classera ces industries en six catégories pour l'estimation du modèle afin de voir quelles sont les industries les plus touchées.

Code SITC-Rev3	Type de produit	Catégories
251	Pate à papier et déchets d papier	Papier
334	Produits pétroliers	Pétrole
51	Produit chimique organique	Produit Chimique
52	Produit chimique inorganique	Produit chimique
562	Engrais	Produit chimique
59	Matériel Chimique	Produit Chimique
634	Placages, contreplaqués, panneaux de particules, et autres bois travaillés	Biens manufacturés
635	Bois manufacturé	Biens manufacturés
64	Papier et carton	Papier
661	Chaux, ciment et matériaux de construction fabriqués (sauf verre et argile)	Biens manufacturés
67	Fer et Acier	Fer et acier
68	Métaux non-ferreux	Métaux non ferreux
69	Métaux manufacturés	Biens manufacturés

² http://www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=Fr&n=BFB1B398-1#ghg3_fr

Source des Données :

Les données utilisées dans cette étude proviennent de bases de données officielles internationales.

Les données EXP_{ijt} proviennent de la base de donnée « *United Nations Trade Database*» (COMTRADE),

PIB_{it} , PIB_{jt} et POP_{it} et POP_{jt} proviennent de la base de donnée de la Banque mondiale (*World Bank's world Development Indicators*)

CT_{it} CT_{jt} CT_{ijt} est crée en fonction du rapport de la Banque mondiale de 2008 « Trade and Climat change ».

SER_i SER_j sont créés à partir de la base de donnée de la Banque mondiale (*World Bank's world Development Indicators*)

A_{ijt} représente la présence d'une alliance commerce entre deux pays, la variable prend la valeur 1 s'il y a un accord commercial entre deux pays. La variable est crée en fonction de la date de la mise en place d'un accord commercial selon l'Organisation mondiale du commerce.

$Dist_{ij}$ provient de la base de donnée du *French Institut for International Economics* (CEPII)

V) Analyse descriptive des données et des résultats :

a) Analyse des données :

Dans cette partie, nous allons décrire et analyser les données dont on dispose pour l'estimation du modèle. Les données utilisées proviennent de différentes bases de données indiquées précédemment.

Tout d'abord, les différents accords commerciaux entre les pays faisant parti de l'échantillon sont présentés dans le tableau suivant.

Exportateur	Pays ayant un accord commercial
Australie	USA
Autriche	Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Belgique	Autriche, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Canada	Suisse/ Norvège/ USA
Suisse	Canada/ Japon/ Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Allemagne	Autriche, Belgique, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Danemark	Autriche, Belgique, Allemagne, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Estonie	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Finlande	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
France	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Royaume-Uni	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Italie	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Japon	Suisse
Pays-Bas	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Norvège, Pologne, Slovénie, Suède
Norvège	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Pologne, Slovénie, Suède / Canada
Pologne	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Slovénie, Suède
Slovénie	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Suède
Suède	Autriche, Belgique, Allemagne, Danemark, Estonie, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Slovénie
Etats-Unis	Canada/ Australie

On peut voir que les pays Européens ont tous des accords de libre-échange entre eux. Seul l'Australie, le Japon, le Canada et les Etats-Unis n'ont pas d'accord avec les pays Européens.

Un point important de l'étude est l'utilisation d'un indice reflétant la sévérité des lois environnementales. Comme expliqué précédemment, on a choisi d'utiliser un indice semblable à l'indice « *narrow* » créé par Cees van Beers et van den Bergh (1997). A la lumière des données dont on dispose, l'indice nommé SER est créé à partir de deux critères, premièrement l'intensité énergétique utilisée pour l'année 1995 et deuxièmement la différence d'intensité énergétique utilisée entre 1995 et 2005. Nous avons choisi l'intensité énergétique comme mesure de la sévérité des lois environnementales car dans la majorité des cas, l'énergie provient du pétrole, du charbon, du gaz naturel ou bien encore des centrales nucléaires. Ces différents types d'énergie sont sources de pollution à plusieurs niveaux (pollution atmosphérique, pollution du sol...). L'intensité énergétique utilisée est donc fortement corrélée à la quantité de pollution émise par les différentes sources énergétiques. Les deux critères de création de l'indice nous permettent de déterminer d'une part quels sont les pays utilisant la plus grande intensité énergétique, plus l'intensité énergétique est importante plus la pollution issue de l'énergie consommée est importante. Le choix de ces intensités sont issus de normes choisies par chacun des pays et donc cela reflète l'importance que les gouvernements apporte à la lutte contre la pollution. Pour rendre plus précis l'indice, on inclut une mesure de la variation de l'intensité énergétique qui va montrer comment les choix des intensités énergétiques à évaluer en dix ans, c'est-à-dire comment les normes ont été modifiées. Ainsi l'indice reflète d'une part les choix fait pour une année précise et d'autre part les améliorations ou les détériorations sur dix ans. La méthode de création est simple. On procède à un classement en fonction des performances de chaque pays pour chacun des critères (on assigne 1 à la moins bonne performance et ainsi de suite pour les 19 pays). Lorsque le classement est effectué, on somme les chiffres obtenus pour chacun des critères puis on les classe par ordre croissant. On divise ensuite par le nombre de pays de l'échantillon pour obtenir un indice compris entre 0 (pas de lois pour la protection de l'environnement) et 1 (lois très strictes pour la protection de l'environnement).

Le tableau suivant contient les informations concernant l'indice de sévérité des lois environnementales et la présence de taxe carbone dans chacun des pays de l'échantillon.

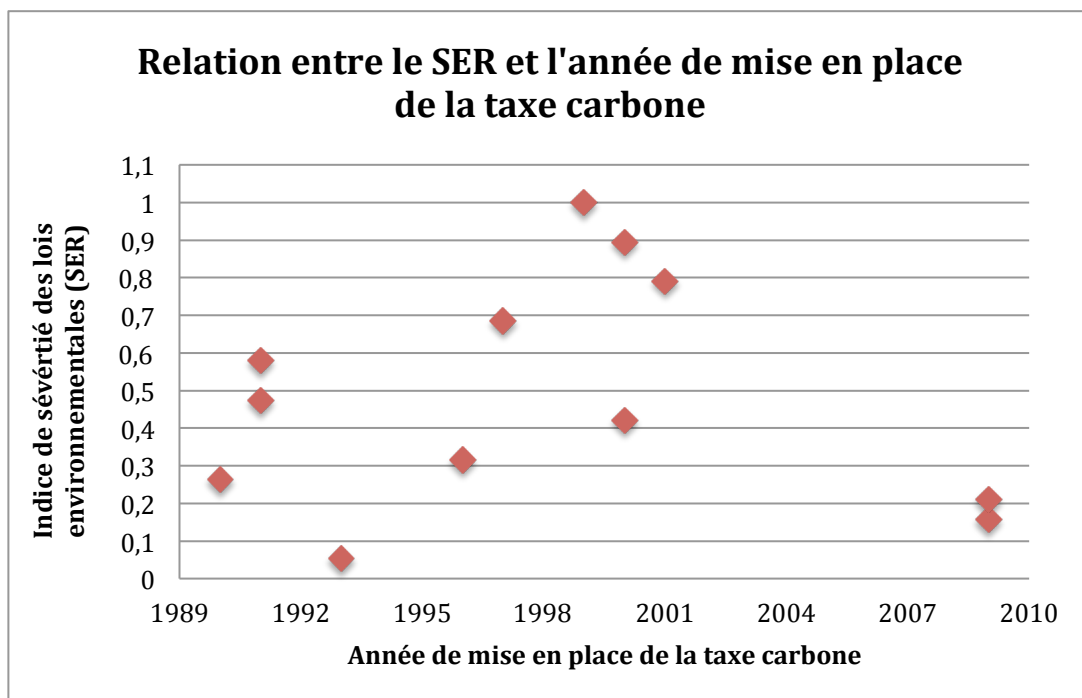
Pays	Indice de sévérité des lois environnementales	Présence d'une taxe carbone	Année de mise en place
Australie	0,5263158	Non	
Autriche	0,8947368	Oui	2000
Belgique	0,1052632	Non	
Canada	0,1578947	Oui	2009
Suisse	0,9473684	Non	
Allemagne	1	Oui	1999
Danemark	0,0526316	Oui	1993
Estonie	0,4210526	Oui	2000
Finlande	0,2631579	Oui	1990
France	0,7368421	Temporaire	1999-2000
Royaume-Uni	0,7894737	Oui	2001
Italie	0,368421	Temporaire	1998-1999
Japon	0,6315789	Non	
Pays-Bas	0,3157895	Oui	1996
Norvège	0,5789474	Oui	1991
Pologne	0,8421053	Non	
Slovénie	0,6842105	Oui	1997
Suède	0,4736842	Oui	1991
Etats-Unis	0,2105263	Oui	2009

On peut voir que sur les 19 pays, dix ont un SER supérieur ou égale à 0.5. L'Allemagne, la Suisse, l'Autriche et la Pologne ont les Indices de sévérité des lois environnementales (SER) les plus hauts (supérieur à 0.80). Au contraire, le Danemark, la Belgique et le Canada ont les SER les plus bas (≥ 0.15). On peut aussi voir que le Royaume-Uni, la France, la Slovénie et le Japon ont un SER relativement élevé (supérieur à 0.62). En moyenne, le SER est de 0.54 si les pays ont mis en place une taxe carbone et de 0.45 s'ils n'ont mise en place de taxe.

Dans l'échantillon, il y cinq pays qui n'ont pas encore mis en place de taxe carbone (Australie, Belgique, Suisse, Japon, Pologne) on peut aussi voir que la France et l'Italie ont suspendu cette mesure un an après sa mise en place. Les pays n'ayant pas mise en place de taxe carbone ont des SER très supérieur à la moyenne excepté la Belgique qui a un des plus petit SER de l'échantillon (0.10). Les pays comme la Suisse et la Pologne bien que n'ayant pas de taxe carbone mise en place ont des SER très élevés (0.94 et 0.84 respectivement).

On peut voir aussi que le Danemark est le pays avec le plus petit SER de l'échantillon (0.05) mais qu'il est aussi le pays qui a mis en place une taxe carbone le plus tôt (1990).

Le graphique suivant nous montre la relation entre le SER et la date de mise en place d'une taxe carbone. On peut voir que les SER les plus élevés sont ceux pour les pays ayant mis en place une taxe carbone autour de l'année 1999 (Allemagne, Autriche, Royaume-Uni). Les pays ayant mis en place la taxe carbone récemment (Canada/ USA 2009) ont un SER relativement bas. De manière générale, on peut voir que les pays ayant mis en place une taxe carbone dans les années 90 ont un SER moyen inférieur à 0.5 alors que les pays ayant mis en place une taxe carbone autour des années 2000 ont un SER moyen proche de 0.60.

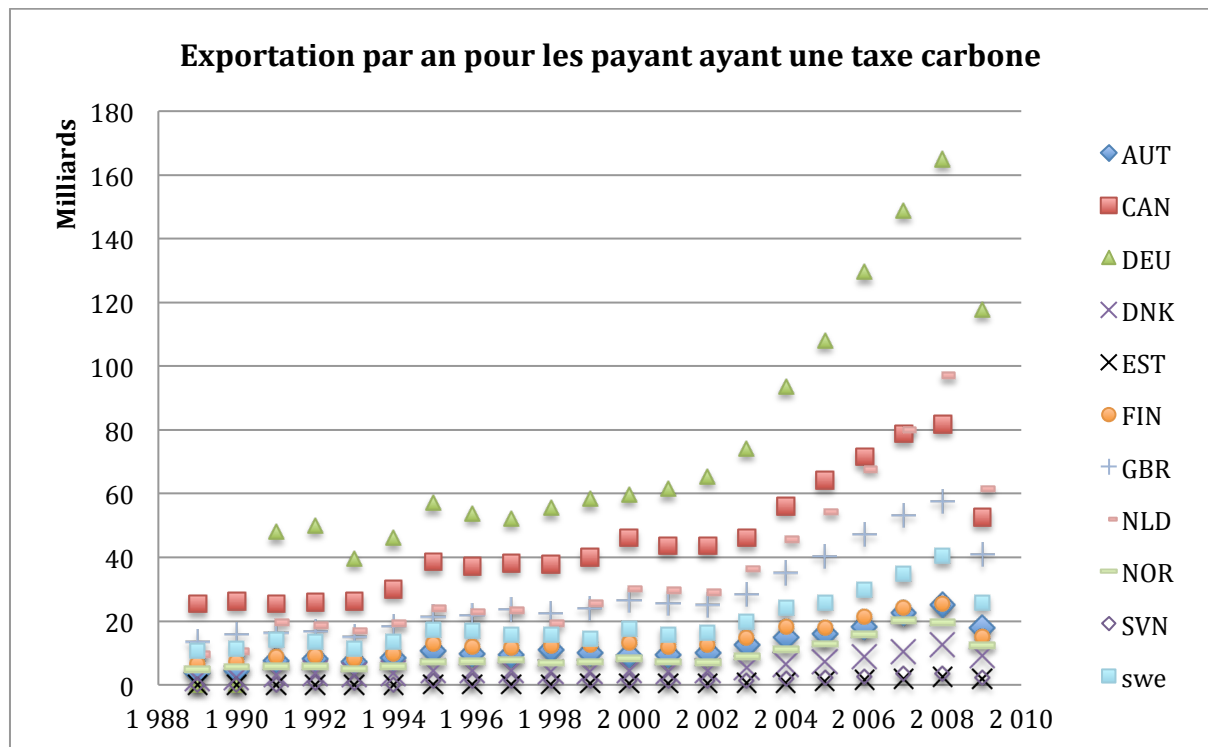


Dans cette étude, on veut savoir si la compétitivité internationale est affectée par la présence de taxe carbone ou d'un indice de sévérité des lois environnementales élevé. Dans les graphiques suivants, on a répertorié l'évolution des exportations d'une part pour les pays ayant mis en place une taxe carbone et d'autre part pour les pays n'ayant pas mis en place cette taxe.

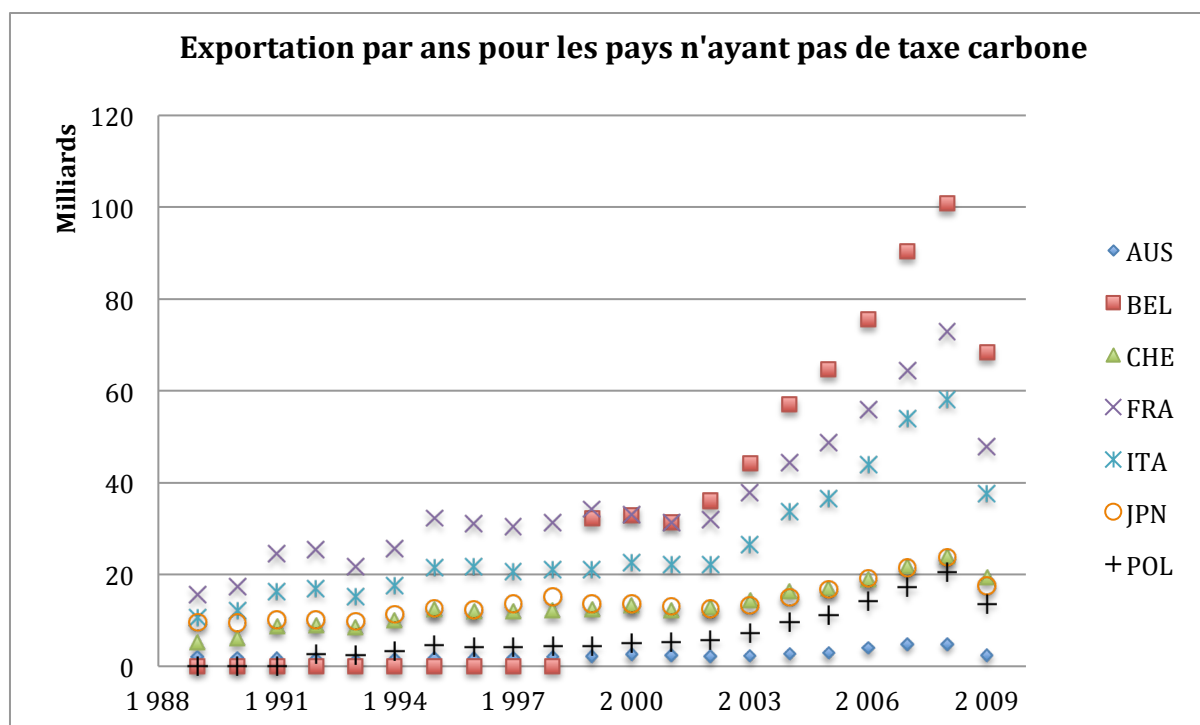
De manière générale, les exportations augmentent au cours du temps. On peut noter que pour certains pays le taux de croissance des exportations est très important.

(L'Allemagne et la Canada sont les pays qui exportent le plus et la Slovénie et l'Estonie sont les plus petits exportateurs.)

Si l'on se réfère aux années de mise en place des différentes taxes carbone pour chacun de ces pays, graphiquement, on ne peut pas déterminer si la mise en place d'une taxe carbone a un impact majeur sur les exportations.



Lorsque l'on regarde les exportations agrégées pour les pays n'ayant pas mis en place de taxe carbone graphique suivant, on peut voir que les exportations augmentent au cours des années. La France, l'Italie et la Belgique (après 1999) ont les flux les plus important. Pour pouvoir comparer de manière efficace ces données, il faut tenir compte de l'inflation. Or au cours de la période considérée, tous les pays, sauf la Slovénie, l'Estonie et la Pologne ont une inflation sensiblement identique. On peut donc considérer que la compétitivité n'est pas affectée par l'inflation pour l'échantillon choisi.



L'Australie et la Pologne sont les pays qui exportent le moins.

Dans les deux situations (présence ou absence de taxe carbone), on peut voir une augmentation significative des exportations après l'année 2002 pour tous les pays, toutefois l'importance de cette augmentation est d'autant plus grande si le pays est déjà un gros exportateur. (France et Italie ou bien Allemagne et Canada).

Graphiquement, il n'y a pas de preuve réelle de diminution ou d'augmentation en fonction de la date de mise en place d'une taxe carbone.

Lorsque l'on analyse la valeur des exportations moyenne sur vingt ans par rapport à l'indice de sévérité des lois environnementales (SER) de chaque pays, on peut voir graphiquement, que pour un SER compris entre 0 et 0.5, les exportations diminuent avec l'augmentation du SER. Au contraire pour un SER supérieur ou égale à 0.5 les exportations ont tendance à augmenter en même temps que le SER.

Avec cette analyse graphique, on ne peut pas définitivement déterminer si il existe une causalité entre la présence d'une taxe carbone et l'augmentation ou diminution du flux d'exportation ou la sévérité des lois de protection de l'environnement et la modification du flux d'exportation.

b) Analyse des résultats:

Afin de déterminer l'impact des mesures de protections de l'environnement sur la compétitivité internationale, on estime le modèle suivant :

$$\ln Exp_{ijt} = \alpha_{it} + \alpha_{jt} + \beta_1 \ln PIB_{it} + \beta_2 \ln PIB_{jt} + \beta_3 \ln POP_{it} + \beta_4 \ln POP_{jt} + \beta_5 CT_{it} + \beta_6 CT_{jt} + \beta_7 CT_{ijt} + \beta_8 SER_i + \beta_9 SER_j + \beta_{10} A_{ijt} + \beta_{11} Dist_{ij} + \varepsilon_{ijt}$$

On dispose de données de panel sur vingt ans pour 19 pays et 6 groupes d'industries polluantes. On procède à l'estimation en plusieurs étapes : d'abord, on estime le modèle pour l'agrégation des 6 groupes d'industries réunissant 13 industries polluantes. Puis nous avons estimé le modèle pour chacun des groupes afin de déterminer si les mesures de protection de l'environnement ont un impact plus important selon le type d'industries. Pour chaque étape, on estime 6 formes du modèle précédent : d'abord le modèle général, puis une série de 5 formes omettant certain variables afin de montrer l'effet de chacune des variables.

1/ Estimation des exportations agrégées :

Le tableau suivant présente les résultats pour les différentes estimations du modèle.

Variables	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
lnpop1	-0,5524	-0,6703	-0,7075	-0,6529	-0,5653	-0,7062
lnpop2	-0,0294	-0,1064	-0,0977	-0,0612	-0,0653	-0,0974
lngdp1	1,2706	1,3695	1,3962	1,3629	1,2703	1,3954
lngdp2	1,0189	1,0557	1,0537	1,0272	1,0427	1,0535
lndist	-0,0291	-0,0237	-0,0239	-0,0292	-0,0240	-0,0238
Aijt	2,2342	2,1622	2,1596	2,2443	2,1599	2,1609
ser	-0,1713	-0,1165	omis	-0,1635	omis	-0,1263
ser2	-0,3280	omis	omis	-0,3580	omis	omis
cti	0,0496	omis	-0,1507	omis	0,0534	-0,1508
ctj	0,1169	omis	omis	omis	0,1444	omis
ctij	0,3447	omis	omis	omis	0,3642	omis
constante	-33,4001	-33,8976	-34,1145	-33,8036	-33,4821	-34,0486

Non significatif

Significatif à 5%

Significatif à 1%

Significatif à 10%

Lnpop1 = log de la population du pays exportateur

Lnpop2 = log de la population du pays importateur

Lngdp1 = log du PIB du pays exportateur

Lngdp2 = log du PIB du pays importateur

Lndist = log de la distance entre les pays exportateur et importateur

Aij = signale la présence d'une alliance commerciale

Ser = indice de sévérité des lois environnementales dans le pays exportateur

Ser2 = indice de sévérité des lois environnementales dans le pays importateur

Cti = signale la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur seulement

Ctj = signale la présence d'une taxe carbone dans le pays importateur seulement

Ctij = signale la présence d'une taxe dans les deux pays.

De manière générale, on peut voir que les résultats obtenus correspondent aux attentes décrites précédemment. L'augmentation du PIB dans le pays exportateur fait augmenter les exportations et identiquement l'augmentation du PIB dans le pays importateur fait augmenter le flux d'exportation entre les deux pays. Les coefficients sont compris entre 1.27 et 1.39 pour le pays exportateur et entre 1.02 et 1.06 pour le pays importateur. L'impact du PIB du pays exportateur est plus important que l'impact de PIB du pays importateur. Les résultats sont toujours significatifs et semblent stables selon les différentes estimations. Cela correspond aux hypothèses que l'on a faites plus tôt.

Ensuite on peut voir que l'augmentation de la distance entre les deux pays fait diminuer les exportations. La diminution est relativement faible entre 2 et 3%. Les résultats sont significatifs à 1 ou 5% dans les différentes estimations.

On note aussi que la présence d'une alliance commerciale entre deux pays fait augmenter de manière significative les exportations entre ces deux pays (coefficient compris entre 2.15 et 2.25). Cela concorde avec l'idée que la présence d'alliance commerciale permet de réduire les coûts des exportations et ainsi, il est plus intéressant d'exporter dans un pays qui accorde un tarif privilégié que dans un pays qui n'en accorde pas.

L'augmentation de la population du pays exportateur et du pays importateur engendrent une diminution des exportations. On peut toutefois voir que les modifications de la population du pays importateur ont un effet moins important sur les exportations que l'augmentation de la population du pays exportateur. De plus, les résultats pour la population du pays importateur ne sont pas toujours significatifs contrairement aux résultats pour la population du pays exportateur (coefficient entre -0.02 et -0.10 pour le pays importateur et entre -0.55 et -0.70 pour le pays exportateur). Les résultats décrits ci-dessus semblent être raisonnables et en accord avec les hypothèses du modèle.

Lorsque l'on s'intéresse aux variables décrivant la sévérité des lois environnementales, on s'aperçoit que les résultats pour le pays exportateur ne sont significatifs pour aucune estimation, toutefois dans tout les cas le coefficient est négatif et donc cela indiquerait que des lois strictes pour la protection de l'environnement engendre une diminution des exportations. Cela concorde avec l'idée que les industries qui doivent respecter des lois environnementales très strictes font face à un coût de production plus élevé qui se répercute sur le marché international.

Pour ce qui est des lois environnementales du pays importateur, le coefficient est toujours significatif pour les différentes estimations, il est compris entre -0.32 et -0.36. Il semble donc que la présence de lois environnementales strictes dans le pays importateur tend à diminuer les exportations vers ce pays. Cela ne coïncide pas avec nos attentes. On peut développer une hypothèse qui explique ces résultats. Sachant que pour se conformer aux lois environnementales, les industries voient leurs coûts augmenter, les gouvernements tendent à compenser ces industries en les subventionnant. Dès lors, le modèle ne prenant pas en compte les subventions, le coefficient estimé ne correspond pas à nos attentes.

Ensuite, on peut aussi décrire l'effet de la taxe carbone. Dans la situation où seul le pays exportateur a mis en place une taxe carbone, les différents modèles estimés nous mènent à penser que la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur seulement engendre une réduction des exportations de l'ordre de 15% (lorsque le coefficient est significatif). Cela correspond à l'hypothèse du modèle. La présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur représente un fardeau fiscal qui fait augmenter le coût de production des différentes industries étudiées et les consommateurs des pays étrangers substituent les produits locaux aux produits étrangers. Le résultat de cette modification de préférence étant la diminution des exportations.

Dans le cas où seul le pays importateur a mis en place une taxe carbone, les estimations nous indiquent une augmentation entre 11 et 15% des exportations. La présence de cette taxe dans le pays importateur provoque une augmentation du coût pour les industries touchées. Le fardeau fiscal se répercute sur le prix. Il est alors plus intéressant d'exporter.

On peut voir que dans les deux cas, les modifications sont du même ordre de grandeurs (proche de 15%), cela semble raisonnable, l'effet de la taxe carbone dans le pays exportateur représente l'effet inverse de l'impact de la taxe carbone dans le pays

importateur et inversement, cela est tout à fait en accord avec les hypothèses exposées plus tôt.

Dans la troisième situation étudiée, la présence concomitante d'une taxe carbone dans les 2 pays produit une augmentation des exportations significative (coefficient entre 0.34 et 0.36). Cela est en désaccord avec les hypothèses de départ où l'on supposait que la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur et dans le pays importateur aurait un effet nul. La taxe dans le pays exportateur compensant la diminution engendrait par la taxe du pays importateur et inversement.

2/ Estimation par groupe d'industries :

Dans cette partie, on a divisé les 13 industries en 6 groupes dans le but de déterminer l'impact des mesures de protection de l'environnement en fonction du type d'industries. On a déterminé 6 groupes : papier, pétrole, métal non ferreux, acier et fer, biens manufacturés, produits chimiques. Cette division amène des modifications relativement importantes dans les résultats, l'importance de l'impact ou bien même l'impact en lui même sont modifiés. (On peut voir l'intégralité des résultats des estimations dans l'annexe 1)

Les résultats nous montrent que pour la variable concernant le PIB du pays exportateur, les coefficients sont de même signe mais l'importance de l'impact est modifiée en fonction des groupes. On peut voir pour le groupe « pétrole » que pour le pays exportateur, une augmentation du PIB entraîne une augmentation des exportations de ce groupe, l'importance de cette augmentation est très supérieure à celle observée pour l'ensemble des industries. On note aussi que l'impact est environ 2 fois moins important pour le groupe « papier » et du même ordre que l'agrégation pour les autres groupes. On peut expliquer cette valeur élevée pour le groupe « pétrole ». Si on considère le PIB comme la production du pays exportateur, sachant que les industries étudiées sont les industries les plus intensives en énergie, l'augmentation de leurs productions entraîne une augmentation de la demande d'énergie. Une des énergies les plus utilisées aujourd'hui est celle issues de la combustion des produits pétroliers. Il est donc compréhensible de voir une augmentation aussi importante des exportations du groupe « pétrole ».

L'estimation de l'impact d'une augmentation du PIB du pays importateur montre que pour chacun des groupes à l'exception du groupe « métaux non ferreux » l'effet de la modification est bien moins important que pour l'ensemble des industries (jusqu'à 10 fois moins pour le groupe « produit chimique »). Pour le groupe « métaux non ferreux », le coefficient n'est pas significatif pour aucune des estimations. On peut donc dire que l'effet d'une augmentation du PIB dans le pays importateur est réparti sur chacun des groupes d'industries, il n'y a pas un type d'industries plus touché que les autres.

L'augmentation de la population du pays exportateur entraîne pour tous les groupes un effet négatif sur le flux d'exportation. Toutefois l'importance de l'impact varie en fonction du type d'industrie. Pour les groupes « papier », « pétrole » et « produits chimiques » l'effet est deux à trois fois plus important que pour l'agrégation, pour les groupes « métaux non ferreux », « biens manufacturés » et « acier et fer » l'effet est du même ordre. Il semble donc que la population du pays exportateur influence plus certain type d'industrie que d'autre.

Les modifications sur la population du pays importateur ont le même impact pour les différents groupes excepté le groupe « acier et fer » et « produits chimique ». L'impact est toutefois bien plus important pour chaque groupe que pour l'agrégation (jusqu'à 10 fois plus important pour les groupes « métaux non ferreux » et « biens manufacturés »). L'effet d'une augmentation de la population pour le groupe « acier et fer » et « produit chimiques » entraîne une augmentation des exportations de ce groupe. Comme expliqué plus tôt l'effet de cette variable est ambigu.

L'effet de la variable représentant la distance est différent selon chacun des groupes. Pour le groupe « produit chimique » l'effet est plus ou moins identique à celui de l'agrégation lorsque le coefficient est significatif (seulement 2 cas sur 6). Pour le groupe « papier », « métaux non ferreux » et « acier et fer », l'augmentation de la distance entre les deux pays fait diminuer les exportations, cette diminution est beaucoup plus importante pour ces 3 groupes que pour l'agrégation (2 fois, 4 fois et 9 fois plus importante respectivement). Cela semble raisonnable étant donné la nature des produits fournis par ces industries et le fait que cette variable est une représentation du coût de transport des produits issus des ces industries. On peut imaginer que le coût de transport de l'acier et du fer est plus important que le coût de transport des produits chimiques ne serait ce que par l'encombrement que représentent ces matériaux.

On peut voir ensuite que pour les groupes « pétrole » et « biens manufacturés », les résultats ne sont pas significatifs. Cela s'explique aussi par la nature des produits issus de ces industries. Par exemple, pour le groupe « pétrole », l'exportation de pétrole se fait très souvent vers des pays qui ne possèdent pas cette ressource. Étant donné l'utilisation faite du pétrole, il est indispensable pour les pays ne possédant pas cette ressource de s'approvisionner. Ainsi, l'effet d'une augmentation de la distance entre deux pays a un impact réduit sur l'exportation du groupe « pétrole ». De la même manière pour les « biens manufacturés » qui comprennent des industries comme le bois manufacturé qui est aussi une ressource naturelle qui n'est pas possible de créer si le pays ne la possède pas.

L'effet de la variable exprimant la distance entre les deux pays commerçant est réparti de manière inégale sur les types d'industrie. Certains types comme « acier et fer » et « métaux non ferreux » sont plus touchés que d'autres (groupe « pétrole »).

Identiquement à la variable distance, l'effet de la variable expliquant la présence d'alliance commerciale entre deux pays varie selon le groupe d'industries observées. Pour les groupes « papier », « acier et fer » et « produits chimiques », l'impact est de même signe mais la valeur est entre 2 et 4 fois plus faible. La présence d'une alliance commerciale favorise le commerce pour ces produits mais de manière moins importante que pour l'agrégation. Pour les trois autres groupes, « métaux non ferreux », « biens manufacturés » et « pétrole », les coefficients ne sont pas significatifs. La présence d'alliance commerciale ne semble pas vraiment modifier le flux d'exportation. La présence de tarifs préférentiels dans le cas d'exportation de produit modifie comme le groupe « biens manufacturés », s'accompagne de règles qui sont parfois difficiles à respecter et parfois plus coûteuses à mettre en œuvre que le fait de payer le tarif normal. La présence d'alliance commerciale voit son impact diminuer dans ces cas là.

On s'intéresse maintenant aux variables concernant la protection de l'environnement. L'impact de la sévérité des lois environnementales pour le pays exportateur n'est pas significatif pour la plupart des groupes excepté le groupe « métaux non ferreux » où le coefficient est compris entre 0.87 et 0.93. Pour les groupes « pétrole », « produits chimiques » et « acier et fer », le coefficient n'est jamais significatif. Pour les groupes « papier » et « biens manufacturés », le coefficient est rarement significatif ou seulement à significatif à 10%. Il semble que la présence de loi stricte pour la protection de l'environnement n'influence pas les exportations pour ces

5 groupes. Toutefois pour les groupes « pétrole », « papier », « produit chimiques » et « acier et fer » bien qu'il soit non significatif, le coefficient est négatif ce qui est en accord avec les attentes du modèle. Cependant, la sévérité des lois influence de manière importante celles du groupe « métaux non ferreux ». Le coefficient est positif et compris entre 0.87 et 0.94. La présence de lois strictes fait augmenter les exportations pour les métaux non ferreux, cela n'est pas en accord avec les attentes du modèle.

Pour le pays importateur, la présence de lois strictes a un effet différent selon les groupes. L'impact est négatif pour les groupes « pétrole », « métaux non ferreux » et « acier et fer », l'effet est du même ordre que pour l'ensemble des industries. Cela nous montre que la présence de loi stricte dans le pays importateur fait diminuer les exportations ce qui est en désaccord avec les hypothèses de départ. Au contraire, l'impact est totalement différent pour les groupes « papier », « biens manufacturés » et « produits chimiques », l'effet qui était négatif pour l'ensemble des industries est maintenant positif pour ces trois groupes. Cela nous indique que plus les lois sont strictes dans le pays importateur plus les exportations augmentent. Il semble donc que l'effet des lois environnementales touche plus certain type d'industrie que d'autre. En effet, les résultats pour les groupes « papier », « biens manufacturés » et « produits chimiques » concordent avec les hypothèses de départ. La présence de lois strictes engendre un coût de conformité qui se répercute sur le prix de produit ainsi il est moins intéressant pour les pays étrangers d'acheter des produits locaux et les produits étrangers deviennent relativement moins chers et donc les exportations augmentent. Mais pour les autres groupes, les résultats sont semblables à ceux de l'ensemble des industries qui ne coïncidaient pas avec les attentes. On peut raisonnablement penser que l'impact de ces lois est fonction de la nature de l'industrie. Il est très probable que suite à la mise en place de lois strictes, le gouvernement ait mis en place des mesures compensatoires pour certain type d'industries afin de protéger ces dernières. Les résultats que l'on observe seraient donc les conséquences de ces mesures compensatoires.

On s'intéresse maintenant aux variables exprimant la présence d'une taxe carbone. Tout d'abord pour la situation où seulement le pays exportateur a mis en œuvre une taxe carbone, les résultats ne sont pas significatifs pour les groupes « métaux non ferreux ». Pour les groupes « papier » et « pétrole » et « acier et fer », les résultats sont significatifs et bien supérieurs à ceux de l'agrégation, la présence d'une taxe

carbone pour ces groupes fait diminuer les exportations de manière 2 ou 4 fois plus importante que pour l'agrégation. Etant donné la méthode de calcul et d'application de la taxe carbone il est facilement imaginable que ces trois groupes sont plus fortement touchés par la mise en place d'une taxe carbone que d'autres industries polluantes. Pour les groupes « biens manufacturés » et « produits chimiques », l'impact n'est plus négatif mais positif, ainsi la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur fait augmenter ses exportations (coefficient entre 0.11 et 0.14 pour « biens manufacturés » et entre 0.14 et 0.27 pour « produits chimiques »). Tout comme pour l'impact des lois environnementales, on peut imaginer que des mesures compensatoires du gouvernement sont la raison de tels résultats.

Pour la situation où seulement le pays importateur a mis en place une taxe carbone, l'impact est positif comme pour l'agrégation pour 5 des 6 groupes. Pour le groupe « biens manufacturés », l'impact est négatif. La présence d'une taxe carbone dans le pays importateur fait diminuer les exportations (coefficient entre 0.18 et 0.21). L'impact pour les autres est largement plus important que pour l'agrégation entre 2 et 9 fois plus important. Par exemple la présence d'une taxe carbone dans le pays importateur pour le groupe « pétrole » fait augmenter les exportations du groupe 9 fois plus que pour l'agrégation. Cela est en accord avec les hypothèses. La présence de la taxe représente un coût pour les produits locaux qui deviennent relativement plus cher que les produits étrangers.

Dans la dernière situation, pour les groupes « papier », « métaux non ferreux » et « produits chimiques », les résultats sont plus ou moins identiques à ceux de l'agrégation. Pour les groupes « pétrole » et « acier et fer », l'impact des taxes est positif mais bien supérieur à l'agrégation. Et enfin on peut noter que pour le groupe « biens manufacturés », l'effet devient négatif mais le coefficient est compris entre -0.02 et -0.04. Pour ce groupe, la présence des deux taxes semble se compenser.

Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus pour les variables environnementales dans l'estimation générale du modèle. Avec ce tableau, on peut déterminer quels sont les groupes d'industries les plus touchés par les mesures environnementales.

	Métaux non ferreux	pétrole	papier	Produits chimiques	Acier et fer	Biens manufacturés
Sévérité des lois environnementales dans le pays exportateur	0,8781	-0,9982	-1,3847	-0,0779	-0,9449	0,7160
Sévérité des lois environnementales dans le pays importateur	-0,3676	-0,4418	0,4577	1,0488	-0,3027	0,7889
Taxe carbone dans le pays exportateur	0,1420	0,7432	-0,1925	0,2744	-0,5828	0,1171
Taxe carbone dans le pays importateur	0,5156	0,9627	0,8003	0,4618	0,5196	-0,1811
Taxe carbone dans les deux pays	0,3572	1,1133	0,3670	0,2838	-0,5200	-0,0262

La sévérité des lois environnementales dans le pays exportateur a un impact différent selon les groupes. L'effet est positif et relativement élevé pour deux groupes « métaux non ferreux » et « biens manufacturés ». Au contraire l'effet est négatif pour les autres groupes. Toutefois l'effet est non significatif pour tous les groupes exceptés « métaux non ferreux ».

Dans le pays importateur, la sévérité des lois environnementales a un coefficient toujours significatif, cependant le signe est différent selon les groupes. Il est négatif pour « métaux non ferreux », « pétrole » et « acier et fer » et positif pour « papier », « produits chimiques » et « biens manufacturés ». Le groupe le plus touché est le groupe pétrole et le groupe « produits chimiques » est celui qui bénéficie le plus de ces lois.

On peut donc voir que le groupe « pétrole » est celui qui est le plus affecté par les lois environnementales. Le groupe « biens manufacturés » est celui qui bénéficie le plus de ces lois.

La présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur a un impact négatif sur seulement deux groupes « papier » et « acier et fer ». Le groupe « acier et fer » est le plus touché avec un coefficient de -0,58. On peut aussi voir que le groupe « pétrole » est celui qui bénéficie le plus de la taxe bien que cela soit en désaccord avec les attentes que nous avions. La présence d'une taxe carbone dans le pays importateur par ailleurs semble avoir un impact positif ce qui est en accord avec les hypothèses excepté pour le groupe « biens manufacturés ». Encore une fois le groupe « pétrole » semble être celui qui bénéficie le plus de la présence de la taxe. Toutefois, le groupe « papier » est aussi très avantagé. Dans le cas de la présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur et dans le pays importateur, l'effet est mitigé. Pour quatre groupes « métaux non ferreux », « pétrole », « papier » et « produits chimiques » l'effet est positif et le groupe pétrole est

encore très avantage. Et pour les groupes « acier et fer » et « biens manufacturés » l'effet est négatif et particulièrement élevé pour le groupe « acier et fer ».

Il semble donc que la taxe carbone est un fardeau plus important pour certains groupes que pour d'autres, notamment les groupes « biens manufacturés » et « acier et fer ».

VI) Conclusion :

Au cours de cette étude, nous avons examiné l'effet de la prise de mesures pour la protection de l'environnement sur les flux bilatéraux d'exportation pour un échantillon de 19 pays de l'OCDE sur une période de vingt ans. Nous avons choisi 9 types d'industries considérées comme les plus polluantes.

Nous avons utilisé deux méthodes pour évaluer les mesures de protection de l'environnement. En premier lieu, nous avons créé un indice expliquant la sévérité des lois environnementales en fonction des différents pays étudiés sur le modèle de l'étude de Cees van Beers and Jeroen C.J.M. van den Bergh. Nous avons ensuite utilisé les informations concernant la présence de taxe carbone dans les pays faisant parti de l'échantillon.

Nous avons procédé à l'estimation en deux étapes, d'abord en utilisant une agrégation de toutes les industries plus ensuite en séparant les industries en 6 groupes différents.

Au cours de la première étape sur l'ensemble des industries, les résultats nous montrent que la sévérité des lois environnementales dans le pays exportateur n'a pas réellement d'impact sur le volume des exportations. Au contraire la sévérité des lois environnementales semble faire augmenter le volume des exportations.

La présence d'une taxe carbone dans le pays exportateur engendre une diminution des exportations. De plus, la présence d'une taxe carbone dans le pays importateur crée une augmentation des exportations. Enfin lorsque le pays importateur et le pays exportateur ont mis en place une taxe carbone, les exportations augmentent.

Dans la deuxième étape de l'étude, l'estimation par groupe permet de déterminer si certain type d'industries sont plus ou moins affecté par les mesures de protection de l'environnement. Les résultats obtenus nous permettent de constater que l'impact des mesures environnementales est très différent selon les groupes. Certain groupes comme « pétrole » et « acier et fer » voient leurs exportations diminuer à cause des lois environnementales alors que d'autre comme « biens manufacturés » bénéficient de ces lois. Il en est de même pour la taxe carbone qui fait diminuer les exportations pour les groupes « acier et fer » ou « papier » mais qui fait augmenter les exportations pour les autres groupes. Il faut noter que de manière générale, la présence d'une taxe carbone

dans le pays exportateur ou dans le pays importateur ou dans les deux a un effet positif sur les exportations pour la majorité des groupe.

Les résultats obtenus dans cette étude ne sont pas en accord avec la littérature existante. On peut supposer que les choix fait dans cette étude en matière d'échantillon de pays, d'industrie, ou bien encore de modélisation en sont la cause. On peut aussi expliquer les différences par le fait qu'aujourd'hui l'environnement est une cause de plus en plus discuter par les gouvernement et que les mesures prises sont plus radicale qu'il y a 10 ou 20 ans.

Annexe : résultats pour les différents groupes :

Métaux non ferreux	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Inpop1	-0,4881	-0,6051	-0,5943	-0,6245	-0,4126	-0,6278
Inpop2	-0,2772	-0,4131	-0,4047	-0,3649	-0,3146	-0,4062
Ingdp1	0,9230	1,0281	1,0295	1,0482	0,8674	1,0412
Ingdp2	-0,0471	0,0157	0,0143	-0,0124	-0,0260	0,0138
Indist	-0,0944	-0,0957	-0,0943	-0,0971	-0,0939	-0,0956
Aijt	0,0703	-0,0834	-0,0629	0,0507	-0,0688	-0,0816
ser	0,8781	0,9328		0,9107		0,9284
ser2	-0,3676			-0,4027		
cti	0,1420		-0,0937		0,1322	-0,0927
ctj	0,5156				0,5388	
ctij	0,3572				0,3787	
constante	6,1361	5,9327	6,0988	5,8057	6,7826	5,9142

pétrole	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Inpop1	-1,2671	-1,8051	-1,8534	-1,7894	-1,3602	-1,8087
Inpop2	-0,4794	-0,7012	-0,6986	-0,6249	-0,5325	-0,7012
Ingdp1	1,5379	1,9847	2,0492	1,9909	1,6014	1,9912
Ingdp2	0,4717	0,5747	0,5696	0,5328	0,4972	0,5742
Indist	-0,0003	0,0044	0,0021	-0,0031	0,0032	0,0041
Aijt	0,2214	0,0973	0,0692	0,2500	0,0658	0,0945
ser	-0,9982	-0,8915		-0,9445		-0,8910
ser2	-0,4418			-0,5560		
cti	0,7432		-0,0066		0,7039	0,0036
ctj	0,9627				0,9830	
ctij	1,1133				1,1053	
Constante	-8,4504	-10,2204	-11,4854	-10,5170	-9,0808	-10,3200

papier	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Inpop1	-0,0770	-0,2316	-0,3177	-0,2242	-0,1027	-0,3181
Inpop2	-0,2174	-0,3107	-0,2842	-0,3862	-0,1430	-0,2838
Ingdp1	0,4650	0,6413	0,7071	0,6340	0,4734	0,6993
Ingdp2	0,8550	0,8807	0,8708	0,9294	0,8072	0,8706
Indist	-0,0590	-0,0694	-0,0686	-0,0632	-0,0655	-0,0682
Aijt	0,4600	0,5750	0,5582	0,4772	0,5522	0,5603
ser	-1,3847	-1,3303		-1,3019		-1,3580
ser2	0,4577			0,4699		
cti	-0,1925		-0,3971		-0,1857	-0,3989
ctj	0,8003				0,8000	
ctij	0,3670				0,3889	
constante	-12,6153	-13,5010	-14,6262	-13,7049	-12,8888	-13,7019

Produits chimiques	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Inpop1	-0,3396	-0,4496	-0,4097	-0,4987	-0,3206	-0,4090
Inpop2	0,2412	0,3180	0,3053	0,1928	0,3567	0,3062
lngdp1	1,1512	1,2747	1,2495	1,2898	1,1626	1,2488
lngdp2	0,1308	0,0553	0,0601	0,1404	0,0446	0,0597
Indist	0,0271	0,0183	0,0178	0,0285	0,0165	0,0182
Aijt	0,9950	1,2461	1,2402	1,0062	1,2519	1,2453
ser	-0,0779	-0,2288		-0,0637		-0,2277
ser2	1,0488			0,9669		
cti	0,2744		0,1429		0,2649	0,1408
ctj	0,4618				0,3434	
ctij	0,2838				0,2084	
Constante	-16,1197	-16,1231	-16,1743	-16,4232	-15,8920	-16,0550

Acier et fer	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Inpop1	-0,6228	-0,3509	-0,4631	-0,3362	-0,6539	-0,4451
Inpop2	0,1782	0,0561	0,0750	0,1031	0,1455	0,0755
lngdp1	1,0201	0,8139	0,9008	0,8048	1,0248	0,8897
lngdp2	0,6021	0,6587	0,6538	0,6292	0,6237	0,6534
Indist	-0,1838	-0,1819	-0,1834	-0,1879	-0,1790	-0,1831
Aijt	0,9004	0,8177	0,8099	0,9050	0,8273	0,8126
ser	-0,9449	-0,8833		-0,9087		-0,9032
ser2	-0,3027			-0,3772		
cti	-0,5828		-0,3372		-0,5810	-0,3369
ctj	0,5196				0,5471	
ctij	-0,5200				-0,5030	
constante	-17,4628	-16,1908	-17,2104	-15,9836	-17,7566	-16,7387

Biens manufacturés	Modèle général	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Inpop1	-0,8668	-0,8481	-0,7973	-0,8800	-0,8272	-0,8181
Inpop2	-0,4081	-0,2652	-0,2745	-0,3718	-0,3082	-0,2749
lngdp1	1,2864	1,2533	1,2356	1,2671	1,2769	1,2393
lngdp2	0,2313	0,1487	0,1514	0,2180	0,1652	0,1514
Indist	0,0096	0,0023	0,0025	0,0108	0,0015	0,0023
Aijt	-0,1106	0,0744	0,0761	-0,1032	0,0674	0,0740
ser	0,7160	0,6970		0,7046		0,7096
ser2	0,7889			0,8012		
cti	0,1171		0,1392		0,1115	0,1400
ctj	-0,1811				-0,2118	
ctij	-0,0262				-0,0468	
Constante	-1,5429	-0,8046	-0,7589	-1,0875	-1,1054	-0,8795

Bibliographie :

- Cees van Beers and Jeroen C.J.M. van den Bergh, *An Empirical Multi-Country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows*. *Kyklos*.1997, 50(1): 29-46.
- Tobey, *the Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test*, *Kyklos*, 1990, 43(2):191-209.
- WorldBank, *International Trade and Climate Change Economic Legal and Institutional Perspective*, 2008.
- Yu-Huan ZHAO, *The Study of Effect of Carbon Tax on the International Competitiveness of Energy-intensive Industries: An Empirical Analysis of OECD 21 Countries, 1992-2008*, Science direct, 2010.
- Linnemann Hans, *An econometric study of international trade flows*, Amsterdam : North Holland publ.Co. 1966
- International Energy Agency (IEA), *Reviewing existing and proposed emissions trading systems*, Information Paper, Nov 2010.
- Cees van Beers and Jeroen C.J.M. van den Bergh, *The impact of international policy on foreign trade*, Tinbergen institut discussion paper, TI 2000-069/3, 2000.