

**HEC MONTRÉAL**

**LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LE MARCHÉ DES ÉCO-  
INDUSTRIES**

Par

Mohamed Fadhel Khalfallah

Sciences de la gestion

(Économie appliquée)

Mémoire présenté en vue de l'obtention  
du grade de maîtrise ès sciences  
(M.Sc.)

Mai 2012  
Mohamed Fadhel Khalfallah, 2012



## Table des matières

Table des matières.....	2
Table des tableaux : .....	5
Table des graphiques : .....	6
Résumé.....	7
Remerciements.....	10
Chapitre 1.....	11
Introduction.....	11
1.1 L'éco-industrie : Définition et aperçus.....	12
1.2 L'impact des réglementations sur les éco-industries : .....	15
Chapitre 2.....	16
Revue de la littérature .....	16
2.1 Les entreprises polluantes comme facteurs d'expansion des éco-industries : .....	16
2.2 L'influence des taxes sur la protection de l'environnement et sur les entreprises éco-industrielles : .....	18
2.2.1 L'influence sur le nombre des entreprises du secteur : .....	18
2.2.2 L'influence des taxes sur la production des éco-industries : .....	19
2.3 Les subventions comme facteur important dans l'expansion des éco-industries : ..	21
2.4 La politique internationale au service de l'éco-industrie: .....	22
Chapitre 3.....	24
Modèle empirique .....	24
3.1 Échantillons : .....	25
3.2 Modèles économétriques:.....	26

3.2.1 Premier modèle économétrique : .....	26
3.2.2 Méthodes d'estimation du premier modèle: .....	27
3.2.3 Deuxième modèle économétrique : .....	29
3.2.4 : Méthode d'estimation du deuxième modèle : .....	30
Chapitre 4.....	31
Description des variables .....	31
4.1 Variables dépendantes : .....	31
4.1.1 Taille du marché des éco-industries : .....	31
4.1.2 Revenus de la taxation de la pollution : .....	32
4.1.3 Les subventions gouvernementales à la dépollution: .....	33
4.2 Variables indépendantes : .....	35
4.2.1 Les variables économiques : .....	35
4.2.2 Les variables institutionnelles : .....	37
4.2.3 Pollution par habitant: .....	40
4.2.4 Pollution par pays : .....	42
4.3 Statistiques descriptives : .....	43
4.4 Effet attendu des variables (rappel):.....	45
Chapitre 5.....	46
Résultats.....	46
5.1. Résultats des estimations du premier modèle : .....	46
5.2 Résultats de l'estimation du deuxième modèle : .....	51
Chapitre 6.....	58
Discussions des résultats.....	58
6.1 Les entreprises polluantes comme facteurs d'expansion des éco-industries : .....	58

6.2 L'influence des taxes sur la pollution sur le nombre des entreprises du secteur éco-industriel :.....	62
6.3 L'influence des taxes sur la pollution sur la production des éco-industries : .....	62
6.4 Les subventions comme facteur important dans l'expansion des éco-industries :..	63
6.5 La politique internationale au service de l'éco-industrie: .....	63
6.6 Les autres facteurs et les éco-industries : .....	64
Chapitre 7.....	66
Conclusion .....	66
Annexes : .....	70
Annexe 1 : Liste de pays du premier modèle économétrique : .....	70
Annexe 2: Liste des pays du deuxième modèle économétrique.....	71
Annexe 3: Liste des traités multilatéraux portant sur l'environnement: .....	72
<b>Bibliographie :</b> .....	<b>74</b>

## **Table des tableaux :**

Tableau 1 : Statistiques descriptives de la base de données du premier modèle .....	39
Tableau 2 : Statistiques descriptives de la base de données du deuxième modèle.....	40
Tableau 3 : Effet prévu des variables explicatives.....	41
Tableau 4 : Résultats de l'estimation du premier modèle par 2SLS.....	42
Tableau 5 : Résultats de l'estimation du premier modèle par 3SLS et 3SLS Iterative...	43
Tableau 6 : Résultats de l'estimation du deuxième modèle par la méthode des effets fixes.....	47
Tableau 7 : Résultats de l'estimation du deuxième modèle par 3SLS et 3SLS Iterative...	47
Tableau 8 : Les pentes du log de la production des industries polluantes et du log des éco-industries des pays du deuxième échantillon.....	56

## **Table des graphiques :**

Graphique 1 : Industrie environnementale aux USA : historique et projection.....12

Graphique 2 : Log des revenus de l'éco-industrie et log de la production des industries polluantes en fonction du log de la pollution totale de l'Autriche.....55

Graphique 3 : Log des revenus de l'éco-industrie et log de la production des industries polluantes en fonction du log de la pollution totale des Pays-Bas.....56

## Résumé

Cette étude s'inscrit dans un cadre concret et actuel. En effet, le monde semble prendre davantage conscience de son impact sur l'environnement. Dans cette optique, les problèmes écologiques sont de plus en plus à l'agenda des politiciens. La taxe carbone en est, justement, un exemple. Cette étude analyse un secteur qui évolue parallèlement à l'évolution des notions de protection de l'environnement. Ce secteur, dont la principale fonction est de réduire la pollution sous toutes ses formes est celui de l'éco-industrie.

Ce travail a pour objectif majeur d'identifier empiriquement les facteurs qui influencent le marché des éco-industries et de mesurer leurs impacts. Nous posons l'emphase sur les facteurs réglementaires de lutte contre la pollution, qui sont les taxes sur la pollution et les subventions à la dépollution. Nous étudions, aussi, l'effet d'autres facteurs économiques, institutionnels et de mesure de la pollution. Cette étude se base sur les résultats obtenus suite à l'estimation de deux modèles économétriques à équations simultanées. L'une, des deux équations simultanées du premier modèle, explique le marché des éco-industries par les revenus et l'autre traduit les taxes sur la pollution. Le deuxième modèle, quant à lui, se compose de trois équations simultanées. En effet, ce modèle prend en compte les subventions à la dépollution et les considère comme étant une variable dépendante que nous expliquons dans la troisième équation. De même, ce second modèle utilise les deux équations du premier modèle en rajoutant les subventions à la dépollution comme variable explicative dans la première équation.

Une conclusion importante de cette étude est que les facteurs réglementaires de lutte contre la pollution ont bien un effet positif sur le marché des éco-industries. Néanmoins, l'impact des taxes sur la pollution semble être plus important que celui des subventions à la dépollution. Nos résultats suggèrent, également, que le niveau de développement d'une nation est étroitement lié à la taille du marché éco-industriel. Nous trouvons, aussi, que la pollution dégagée affecte de façon considérable le secteur de l'éco-industrie. Alors que l'urbanisation, l'indice d'ouverture, le PIB par habitant et



d'autres facteurs influencent de façon moindre, qu'elle soit directe ou indirecte, le marché des éco-industries.

**Mots clés :** éco-industrie, taxe sur la pollution, subvention à la dépollution, analyse empirique, modèle économétrique, doubles moindres carrés, triples moindres carrés, triples moindres carrés itérative

«Mieux vaut prendre le changement par la main  
avant qu'il ne nous prenne par la gorge»

*Winston Churchill*

## Remerciements

Ce mémoire représente pour moi l'aboutissement de toutes mes années d'éducatives. Il convient qu'il n'aurait jamais été ce qu'il est en ce moment sans la contribution de plusieurs personnes à qui je souhaiterais exprimer ma gratitude pour leur support tout au long de mon parcours académique.

Tout d'abord, je voudrais remercier le directeur de ce mémoire, M. Bernard Sinclair-Desgagné, pour sa disponibilité ainsi que ses conseils et suggestions avisés tout au long de la rédaction de ce document.

J'aimerais aussi remercier mes parents et amis qui m'ont apporté leur soutien au fil des années. Plus particulièrement, je désire exprimer ma gratitude envers Anna Los et Thibault Lamy pour m'avoir soutenu et Xavier Rimpault et Jhon Ioannis Simitzis pour l'aide qu'ils m'ont apportée. Enfin, je tiens à adresser toute ma gratitude à Myriam Zmantar qui a su trouver les mots pour me motiver.

# Chapitre 1

## Introduction

Avant la crise financière de 2008, le sujet autour duquel se concentraient les politiques, les médias et les discussions était celui de l'environnement. En effet, la montée en puissance du dialogue environnemental dans la société au cours des années 2000 est la conséquence des externalités négatives de la pollution. Ainsi, la nécessité de se conformer à des législations environnementales, dans le but de modifier le comportement des firmes polluantes en réduisant leurs émissions néfastes, se confirme. Les subventions aux énergies dites «vertes» et au recyclage, l'accroissement de la demande pour les biens de consommation respectant l'environnement et la taxation des émissions polluantes sont des illustrations de faits qui ont entraîné une modification des façons de faire pour un nombre d'industries de plus en plus élevé. En outre, certaines législations nationales telles le «Clean Air Act» (1990) aux États-Unis et le «Canadian Environmental Protection Act» (1999) au Canada, qui sont des exemples de plusieurs réglementations répondant au problème de la pollution, ont vu le jour au cours de ces dernières années. De plus, l'importance et la reconnaissance des externalités négatives de la production industrielle sur l'environnement se sont largement accrues et font maintenant partie des négociations internationales comme nous le constatons lors des G8 et des G20, entre autres. L'idée, selon laquelle l'économie est considérée comme un système fermé où les effets indésirables de la production sont absents de toute réflexion, est donc révolue. Et, une nouvelle forme de circuit économique intégrant les éco-industries a aujourd'hui vu le jour.

La réglementation environnementale et ses outils sont au cœur des débats lors des négociations nationales et internationales, car c'est à travers elle que les politiques imposent aux entreprises le devoir de dépollution. Dans ce contexte, le législateur se trouve face à un dilemme. En effet, plusieurs moyens réglementaires sont à sa disposition, mais il reste difficile d'évaluer l'impact de ces outils avant de les avoir appliqués. Dans ce mémoire, nous tenterons, justement de fournir une évaluation empirique de ces moyens. De manière plus précise, on peut supposer, d'après les recherches et les données disponibles, que le législateur se concentre essentiellement sur deux facteurs réglementaires qui sont les taxes sur la pollution et les subventions à la dépollution. Nous évaluerons donc ces deux facteurs aux côtés d'autres variables représentant l'environnement économique, telles que le produit intérieur brut par habitant, l'indice d'ouverture sur les marchés internationaux ou encore la production des industries polluantes. Nous évaluerons, également, l'impact de variables décrivant l'environnement institutionnel, telles que le pourcentage de la population urbaine, le nombre de traités multilatéraux portant sur la protection de l'environnement ratifiés par pays et l'indice de développement humain. Bien entendu, nous étudierons, aussi, l'effet des variables de mesure de la pollution qui sont l'émission de CO<sub>2</sub> par habitant et l'émission de CO<sub>2</sub> par pays.

L'objectif principal de ce mémoire est d'examiner l'impact de ces facteurs et leurs implications sur les éco-industries. Ceci dans le but de déterminer quels facteurs influencent l'évolution de l'un des secteurs industriels les plus importants, du point de vue de la croissance, du potentiel de croissance et de l'amélioration de la qualité de vie. Les résultats obtenus fourniront une information pertinente aux chercheurs et aux gouvernements sur les différents facteurs possibles et leurs impacts et permettront de choisir l'outil réglementaire le plus efficace afin de maximiser la dépollution.

## **1.1 L'éco-industrie : Définition et aperçus**

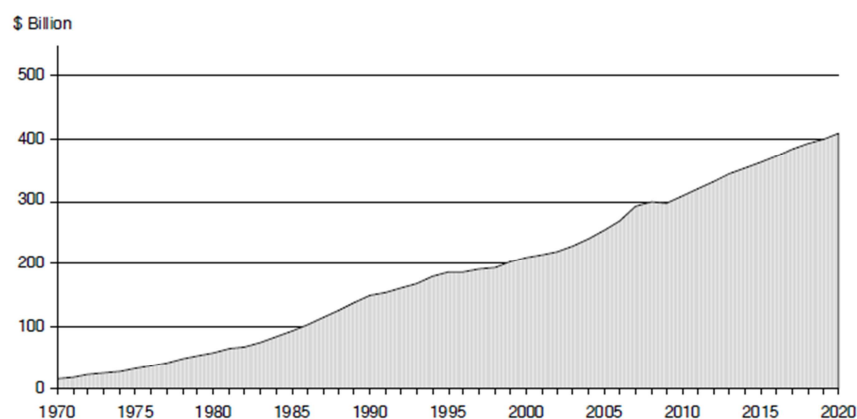
Dans cette sous-section, nous commencerons par définir l'éco-industrie. Par la suite, nous exposerons l'importance de ce secteur industriel à travers le monde et les raisons qui nous ont poussées à nous y intéresser et à l'étudier. Nous commencerons par le marché américain de l'éco-industrie, qui est un des marchés les plus développés et qui

offre le plus d'information. Ensuite, nous présenterons le marché européen et celui des pays en développement.

L'éco-industrie se définit, selon le rapport de l'OCDE/Eurostat (1999), comme suit: « L'industrie de l'environnement comprend les activités qui produisent des biens et services visant à mesurer, prévenir, limiter, réduire ou corriger les dommages environnementaux à l'eau, l'air et aux sols, ainsi que les problèmes liés aux déchets, au bruit et aux écosystèmes<sup>1</sup>.».

Durant la période des années 1970 à 1990, le marché américain des biens et services de réduction de la pollution, ou l'éco-industrie, a connu des progressions importantes, de l'ordre de 246 % pour la première décennie et 153 % pour la deuxième, grâce à de nouveaux règlements et des normes plus strictes pour contrôler les rejets de polluants. En outre, le législateur a lancé un programme de plusieurs milliards de dollars visant à nettoyer la contamination provenant de plusieurs décennies de production industrielle. Le marché américain continue d'offrir des opportunités aux fournisseurs de produits et services environnementaux. Comme nous pouvons le voir sur la figure 1, établie par l'«Environmental business international, INC» selon des prévisions fournies par les entreprises de dépollution, le potentiel de croissance de ce marché reste encore élevé.

Graphique 1 : Industrie environnementale aux USA : historique et projection



Source : EBI, 2011, page 28

<sup>1</sup> The Environmental Goods & Services Industry, Manual for data Collection and Analysis, page 9.

La fourniture de biens et de services dans le but de réduire la pollution ou de gérer les ressources environnementales est maintenant, et dans une grande envergure, devenue le cœur de métier spécialisé des entreprises privées. Ces biens et services environnementaux de l'industrie, ou l'éco-industrie, sont actuellement des rivaux, en termes de taille, de l'aérospatiale et des produits pharmaceutiques.

Aux États-Unis, en 2010, l'industrie de l'environnement enregistre des recettes totales de plus de 317 milliards dollars américains, générés par environ 30000 entreprises du secteur privé et plus de 80000 entités du secteur public, qui emploient 1,6 million d'Américains (EBI report 2020). La croissance du marché global de l'industrie de l'environnement, quant à elle, s'établit à un taux stable de 3 à 5 %. Ce taux peut paraître stagnant, mais il convient de noter que l'industrie de l'environnement représente depuis plusieurs années, environ, 2,5 % du produit intérieur brut des États-Unis, comparable à d'autres secteurs bien établis. Ainsi, il peut être considéré comme ayant pris sa place dans l'économie américaine.

À l'intérieur des frontières de l'Union européenne, l'éco-industrie représente environ 2,2 % du produit intérieur brut et 1,7 % de l'emploi salarié total en 2006. Soit l'équivalent de 3,4 millions d'emplois alors que l'industrie manufacturière automobile, un des secteurs industriels les plus importants en Europe emploie 2,7 millions de personnes (Ernst and Young(2006)).

Le marché des biens et services de dépollution est, aujourd'hui, également, important dans de nombreuses autres régions du globe, en particulier parmi les économies émergentes. En effet, la croissance de l'éco-industrie est supérieure à 10 % dans une grande partie de l'Asie orientale et de l'Europe centrale. Les perspectives de croissance solides abondent dans de nombreuses régions d'Amérique latine. Le marché de l'environnement dans les pays en développement, cependant, est naturellement moins développé que celui du monde développé bien qu'il ait subi une augmentation à un rythme beaucoup plus rapide durant la dernière décennie, passant de 8 % du marché mondial en 1993 à 12 % en 2003 et à 18 % en 2010.

Le marché mondial des produits et des services de l'environnement a, quant à lui, totalisé 776 millions de dollars de revenus en 2009, soit une baisse de 1 % après une hausse de 4 % en 2008 et suite à un rythme plus soutenu d'une croissance de 5 à 7 % entre 2003 et 2007. En 2010, ce marché a été évalué à environ 803 milliards de dollars américains (EBI report (2020)).

## **1.2 L'impact des réglementations sur les éco-industries :**

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, l'émergence des éco-industries est étroitement liée à l'utilisation des politiques environnementales en s'appuyant, en grande partie, sur des avantages et des inconvénients financiers. Par exemple, les subventions à la dépollution et les taxes sur les émissions néfastes à l'environnement sont des outils préférés par les gouvernements vu qu'ils permettent de contrôler directement les entreprises tout en les encourageant dans une voie de dépollution. D'ailleurs, selon David et al. (2010), un large consensus ressort, selon lequel les réglementations environnementales ont été le principal stimulus de la demande sur le marché de l'environnement et, par conséquent, le moteur de la croissance de l'éco-industrie. Toutefois, ce n'est que récemment que les économistes ont commencé à analyser la relation précise entre la réglementation environnementale et l'éco-industrie.

Cet impact sera empiriquement étudié, de façon plus approfondie, à travers une revue de littérature, dans le chapitre 2, regroupant des études pertinentes sur l'éco-industrie et la réglementation environnementale. Dans le chapitre 3, nous exposerons notre modèle empirique nous permettant de faire une évaluation de l'impact des variables citées précédemment sur le marché des éco-industries. Par la suite, nous présenterons nos données dans le chapitre 4 et nos résultats dans le chapitre 5. Nous tenterons, finalement, d'analyser les implications des résultats et enfin nous conclurons dans le chapitre 7.



## Chapitre 2

### Revue de la littérature

La présente section est une revue de littérature des articles ayant abordé les effets de la réglementation gouvernementale sur le marché des transactions du secteur éco-industriel. En effet, durant ces dernières années, certains chercheurs se sont penchés sur le sujet dans le but de déterminer l'impact de critères réglementaires tels que la taxation des entreprises polluantes et les subventions à la production de biens et services de réduction de la pollution sur le marché éco-industriel.

Feess et Muehlheusser (1999, 2002) ont été les premiers à reconnaître l'existence d'un secteur éco-industriel, sans pour autant traiter les conséquences de la réglementation sur les entreprises de l'environnement. Cette question a été reprise dans un article plus récent de David et Sinclair-Desgagné (2010), qui étudient théoriquement l'impact des différents instruments de politique publique, tels que les taxes sur les émissions et les normes de conception, sur le marché de l'éco-industrie. Leur conclusion est que la réglementation environnementale est susceptible d'avoir un impact sur l'entrée et la sortie d'entreprises qui fournissent des biens et services de réduction de la pollution.

#### **2.1 Les entreprises polluantes comme facteurs d'expansion des éco-industries :**

Pour se conformer aux lois, réglementations et exigences sociales, les entreprises polluantes achètent de plus en plus de matériels de dépollution auprès de fournisseurs spécialisés surtout dans le traitement des polluants de l'air, des eaux usées et des déchets

solides. Les experts et praticiens affirment que les entreprises polluantes peuvent ainsi se concentrer sur leur cœur de métier respectif et à leurs expertises de pointe, tout en partageant les risques (Miladin (2005), Blocki (2002), Shelley (1997)).

Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010) analysent le phénomène idoine. Ils montrent comment la réglementation environnementale, la taille du marché, l'élasticité de la demande de biens et de services de dépollution et les dépenses, auprès d'entreprises externes de réduction de la pollution, peuvent influencer les décisions des pollueurs par rapport au fait de produire ou d'acheter ces outils de traitement des polluants. Ils trouvent, par exemple, que les entreprises polluantes dépollueront moins à travers la mise en place d'un département interne de dépollution et augmenteront l'achat de biens et services environnementaux auprès d'entités externes à la firme. L'étude de Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010) cherche à expliquer l'ampleur de la taille de l'éco-industrie. Dans cet article, ils utilisent la statique comparative<sup>2</sup> pour analyser la décision d'une entreprise polluante à incrémenter ses achats externes de biens et de services de réduction.

Du point de vue des politiques publiques, parmi les principaux résultats issus du modèle, les auteurs trouvent les ramifications suivantes. Premièrement, ils trouvent qu'une taxe, plus élevée, sur les émissions induit des coûts de dépollution plus élevés. D'autre part, ils ont montré que l'externalisation de la dépollution<sup>3</sup> est moins chère quand les fournisseurs concernés sont plus efficaces et qu'une aide financière (subvention, crédit d'impôt...) est apportée pour générer un certain niveau de contrôle des émissions polluantes. Leurs résultats suggèrent que la conformité avec la politique environnementale pourrait être facilitée en encourageant la prestation de biens et services de dépollution de meilleure qualité au travers, par exemple, de subventions. En outre, l'éco-industrie est de plus en plus une cible explicite de la politique industrielle, pas uniquement pour des raisons environnementales, mais aussi pour une question de popularité politique (Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010)). Néanmoins, un marché

---

<sup>2</sup> La statique comparative est la méthode qui étudie les effets induits par une modification d'un ou plusieurs paramètres de l'économie et par extension de l'environnement économique. Plus explicitement, en économie, la statique comparative est la comparaison de deux différents résultats économiques, avant et après un changement de certains paramètres exogènes.

<sup>3</sup> Le fait que les firmes polluantes achètent des biens et services de dépollution auprès d'autres entreprises.

plus développé de l'éco-industrie ne découle pas forcément d'une réglementation environnementale plus stricte. D'autres facteurs jouent aussi un rôle, tels que le pouvoir de marché des fournisseurs de biens et services de dépollution et la taille du marché de dépollution.

Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010) proposent une première analyse théorique d'expliquer la pratique répandue et croissante de l'externalisation des biens et services de dépollution. Ils montrent que les entreprises polluantes comptent davantage sur une éco-industrie spécialisée pour les moyens nécessaires de contrôle des émissions. De là, l'expansion du marché des produits de dépollution a également été observée au côté d'une diminution du contrôle des rejets polluants par les firmes polluantes qui, ainsi, se concentrent davantage sur leurs activités principales. Nous tenterons dans ce mémoire de vérifier, empiriquement, si la production des industries polluantes est corrélée positivement avec les revenus des éco-industries, en introduisant dans notre modèle des variables décrivant l'évolution des rejets et des secteurs industriels polluants.

## **2.2 L'influence des taxes sur la protection de l'environnement et sur les entreprises éco-industrielles :**

### **2.2.1 L'influence sur le nombre des entreprises du secteur :**

Intuitivement, une taxe plus élevée sur les émissions polluantes accroît, non seulement, la demande pour les biens et services de réduction de la pollution, mais elle fait, aussi, en sorte que les pollueurs soient moins sensibles au prix des biens et services de dépollution (David et Sinclair-Desgagné (2010)), vu qu'ils acceptent de les acquérir à des prix plus élevés étant données les dépenses de taxation plus élevées. Ceci attire un grand nombre de fournisseurs en matière de réduction de la pollution tout en encourageant les pollueurs à produire moins de déchets. Cette hypothèse a été étudiée dans un article de David et Sinclair-Desgagné (2010), qui déterminent comment les différents instruments politiques, par exemple les taxes sur les émissions, peuvent affecter le marché de l'éco-industrie.

David, Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010) examinent, aussi, l'effet des taxes sur la réduction des émissions de pollution. Le résultat majeur de leur rapport est qu'un

régulateur devrait explicitement prendre en compte l'impact des politiques environnementales sur le marché des biens et des services de réduction de la pollution. Plus précisément, un régulateur devrait chercher à définir un certain niveau de taxe sur les émissions, pour maximiser la dépollution, et devrait prévoir la structure de suivi (nombre d'entreprises, l'élasticité de la demande...) de l'éco-industrie afin de maintenir le coût de production moyen des biens et des services de réduction de la pollution au minimum. En effet, il convient de rappeler que l'objectif du régulateur est de diminuer la pollution : Il doit faire en sorte que les entreprises polluantes cherchent à se procurer des biens et services de dépollution. Les mêmes auteurs démontrent, également, que lorsque la production de biens et services environnementaux est soumise, comme tout autre secteur industriel, à des rendements d'échelle croissants, la production totale de l'éco-industrie peut être réduite à cause de l'entrée de plusieurs nouvelles entreprises sur le marché et ceci suite à une imposition plus élevée des émissions polluantes qui a permis une augmentation des prix des biens et services de réduction de la pollution. Néanmoins, une situation contre-intuitive peut, dans ce cas, se produire. La réduction de la pollution totale peut diminuer avec l'augmentation de la taxe. Leur analyse souligne, en outre, qu'une politique environnementale plus stricte favorise l'entrée d'entreprises dans le secteur de l'éco-industrie.

Notre recherche tentera de mesurer l'impact des taxes sur les émissions polluantes sur l'expansion des entreprises éco-industrielle. Pour cela, notre modèle comprendra comme variable explicative les revenus gouvernementaux issus des taxes sur les émissions polluantes de 25<sup>4</sup> pays sur une période de 11 ans. Les détails complets seront explicités lors de la présentation de nos variables.

### **2.2.2 L'influence des taxes sur la production des éco-industries :**

Dans le monde actuel, les interventions, en termes de réglementation environnementale, affectent le nombre de firmes et le degré de concentration dans l'industrie de réduction de la pollution. En effet, une politique plus stricte de l'environnement affecte le nombre, mais aussi la structure de la production des biens et des services de dépollution.

---

<sup>4</sup> Les 25 pays sont cités en annexe.

De façon intuitive, la société devrait bénéficier des effets et des revenus des taxes sur les émissions polluantes, de plus en plus élevées, qui font pression sur les pollueurs dans le but d'améliorer la qualité de l'environnement notamment en diminuant les rejets polluants. Le nombre de fournisseurs de biens et de services de réduction devrait augmenter en conséquence. L'éco-industrie deviendra, alors, plus concurrentielle ce qui conduirait à une réduction des coûts de dépollution et à une plus forte demande de produits de dépollution. Cependant, les prédictions théoriques dépendent, de manière cruciale, du comportement de l'éco-industrie qui, au cours des dernières décennies, s'est considérablement développée.

David, Nimubona, et Sinclair-Desgagné (2007) examinent les effets d'une taxe sur les émissions lorsque le bien ou le service de réduction de la pollution est alimenté par une concurrence éco-industrielle imparfaite avec entrée libre sur le marché. Leur objectif principal est d'étudier les effets de la politique environnementale sur l'entrée de firmes éco-industrielles en incorporant la condition sous laquelle la production des biens et services de réduction de la pollution totale pourrait diminuer avec l'augmentation de la taxation sur les émissions polluantes.

Ils montrent qu'une hausse d'impôt induit une augmentation de la volonté des firmes polluantes d'acheter des biens et des services de réduction de la pollution et une diminution de leur sensibilité au prix des biens et services de dépollution. Ainsi, une hausse des taxes sur les émissions polluantes augmente toujours le nombre de firmes dans l'éco-industrie et le prix de leurs produits, mais les auteurs trouvent que la production individuelle et totale des entreprises environnementales peut augmenter ou diminuer. Ainsi, une taxe plus stricte sur la pollution pourrait, en réalité, réduire la capacité de dépollution totale dans l'économie.

Dans ce mémoire, nous tenterons de déterminer si l'expansion des entreprises éco-industrielles s'est accompagnée d'une augmentation de la production en matière de biens et services de réduction de la pollution.

### **2.3 Les subventions comme facteur important dans l'expansion des éco-industries :**

Il est logique de penser que les subventions d'un secteur industriel encouragent les entrées dans cette industrie. Ce même effet s'applique tout aussi bien aux éco-industries. En effet, les subventions à la dépollution ont longtemps été proposées comme une mesure de politique publique pour faire face aux externalités environnementales (Pigou 1920; Lerner, 1972). Il y a, néanmoins, des critiques qui affirment que les subventions pourraient, tout aussi bien, favoriser l'épuisement des ressources environnementales (Kohn, 1992; Barde et Honjatukia 2004). D'autre part, les partisans de la théorie qui met en avant les effets positifs des subventions, insistent sur le fait que celles-ci remplissent les objectifs de redistribution, peuvent accélérer l'adoption et la diffusion de technologie plus propre (Stranlund 1997) et peuvent améliorer la protection sociale lorsqu'elles sont combinées avec les taxes (Kohn 1991; Conrad 1993; Fullerton et Mohr 2002).

David et Sinclair-Desgagné (2010) reconsidèrent les subventions environnementales dans le contexte où les firmes polluantes se procurent leurs produits et services de réduction de la pollution chez un oligopole éco-industriel. Afin de maximiser le bien-être collectif, un régulateur doit alors simultanément atténuer deux distorsions : l'une qui provient de la pollution et l'autre qui est due au pouvoir de marché des firmes environnementales. Les auteurs cherchent à réexaminer la possibilité de combiner une taxe sur les émissions polluantes et une subvention à la dépollution. Ils trouvent que, en raison du pouvoir de marché des firmes environnementales, la combinaison d'une taxe sur les émissions et d'une subvention aux pollueurs dans le but de réduire la pollution dégagée ne peut pas atteindre un optimum en matière de réduction des émissions polluantes dans le cas où ces subventions sont accordées aux pollueurs. Alors que, dans le cas où la subvention est accordée aux firmes de l'environnement, on obtient la conclusion inverse, c'est-à-dire qu'on peut atteindre un effet optimal sur la production de biens et services de réduction de la pollution.

Dans ce mémoire, nous étudierons, empiriquement, les effets des subventions sur les revenus des entreprises éco-industrielles. Pour ce faire, nous introduirons, dans notre modèle, une variable explicative représentant les subventions à la dépollution. Par

contre, nous ne pourrions pas vérifier les prédictions théoriques, trouvées par David et Sinclair-Desgagné (2010), selon lesquelles, les subventions n'atteignent un niveau optimal que dans le cas où elles sont accordées aux éco-industries et non aux pollueurs.

#### **2.4 La politique internationale au service de l'éco-industrie:**

La première convention multilatérale sur l'environnement, considérée comme telle par l'OCDE, est l'accord de consultations préalables à l'installation à proximité des frontières de dépôts permanents de substances explosives qui a été ratifié à Bruxelles en 1950 par 3 pays. Depuis, on dénombre plus de 250 accords différents portant sur plusieurs aspects de la réglementation environnementale et signés par plusieurs dizaines de pays développés et en voie de développement. Ces traités multilatéraux ont une forte influence sur l'éco-industrie. En effet, parmi les raisons qui poussent le régulateur à imposer des taxes sur les émissions et à subventionner la dépollution, on trouve l'obligation de respecter ces accords, soit pour ne pas subir des sanctions, si spécifiées, tels que pour les accords de Kyoto, soit pour conforter une certaine crédibilité à l'échelle nationale et internationale.

Notre étude comprendra, également, une évaluation de l'importance des accords multilatéraux de protection de l'environnement en étudiant leurs influences à la fois sur le marché des éco-industries, sur la taxation d'émissions polluantes et sur les dépenses encourageant la dépollution. Cette évaluation aura pour base un listage des différents accords signés par les pays étudiés et des dates de leurs ratifications.

Notre revue de la littérature ne comportera pas de publication par rapport au modèle que nous utiliserons pour deux raisons. Premièrement, le modèle est un simple modèle à équations simultanées dont les hypothèses, les méthodes et les conditions d'estimation se retrouvent dans la plupart des livres économétriques. Deuxièmement, ce mémoire représente la première tentative empirique expliquant les changements qui s'opèrent sur le marché des éco-industries.

Jusqu'à présent, la littérature économique étudiant les éco-industries a surtout été théorique, répondant ainsi aux besoins de compréhension scientifique par rapport à un domaine relativement récent. Pour notre part, nous étudierons empiriquement le marché

des éco-industries en vérifiant les prédictions obtenues lors des études théoriques dans le but de les confirmer ou de les contredire tout en chiffrant les différents facteurs dont l'influence est supposée par les auteurs de la théorie économique éco-industrielle.



## Chapitre 3

### Modèle empirique

Ce chapitre introduit le modèle empirique utilisé dans le but de déterminer l'existence et la proportion de l'impact de certains facteurs économiques et réglementaires sur l'expansion des éco-industries, dans le monde. Elle fournit d'abord une présentation des modèles économétriques, des méthodes d'estimation utilisées et des motivations qui ont engendré ce choix.

Tout d'abord, il est important de signaler que les données relatives à la réglementation environnementale et à l'éco-industrie sont rares. Pour cette raison, nous avons mis en place deux modèles économétriques distincts.

Le premier prend en compte le marché de l'éco-industrie, les taxes sur la pollution et les variables explicatives économiques, institutionnelles et de mesure de pollution sans prendre en considération les subventions à la dépollution. Ceci est dû au fait que les données décrivant les subventions à la dépollution sont encore plus rares et qu'elles se limitent à un panel de pays potentiellement biaisé. Ainsi, les résultats obtenus après estimation du premier modèle auront plus de robustesse et engendreront des conclusions plus pertinentes puisque ce modèle bénéficie d'une plus grande base de données.

Le second modèle, quant à lui, prend en considération les subventions à la dépollution au côté du reste des données que nous présenterons dans la suite de ce

mémoire. La base de données, mise à notre disposition, que nous publierons dans la section suivante, est relativement limitée.

### **3.1 Échantillons :**

Les données économiques relatives à l'environnement sont, en partie, indisponibles ce qui représente une limite sérieuse au développement des investigations empiriques. Pour cette raison, nous sommes obligés d'estimer le modèle deux fois sur la même période de 11 ans, entre 1995 et 2005, mais avec deux listes de pays différentes.

La première estimation sera effectuée sur un échantillon de 25 pays (en annexe 1) d'Europe, d'Amérique du Nord, d'Asie et d'Océanie et membres de l'OCDE. La deuxième estimation, quant à elle, portera sur 13 pays européens (en annexe 2), uniquement. Ceci est une autre raison pour laquelle nous utilisons deux modèles économétriques différents. En effet, les pays européens, et surtout ceux membres de l'Union européenne, ont une situation réglementaire spécifique ce qui peut biaiser nos résultats. Ainsi, les résultats obtenus lors de l'estimation du deuxième modèle économétrique sont très robustes à l'échelle européenne, mais pertinents à un degré limité à l'échelle planétaire. Nous pouvons observer aussi cette situation dans notre premier échantillon, composé uniquement de pays membres de l'OCDE, mais dans une moindre mesure.

La période et les pays étudiés nous sont imposés. En effet, il n'y a actuellement que deux organismes qui fournissent des données chiffrées et relativement détaillées concernant la réglementation environnementale et qui sont : l'OCDE et l'Eurostat. Les deux organismes n'offrent des données que sur un panel de pays limités et sur une période définie. En outre, parmi tous les pays membres de l'OCDE seulement 25 s'accompagnent d'une base de données complète entre 1995 et 2011. D'ailleurs, la période étudiée s'avère également être celle qui contient le moins de carence en termes de données chiffrées. De même, nous rencontrons des problèmes pour les données en rapport avec notre deuxième modèle économétrique, mais dans la base de données fournie par Eurostat.

## 3.2 Modèles économétriques:

### 3.2.1 Premier modèle économétrique :

La formule de base de notre premier modèle économétrique est la suivante :

$$Y_{i,t} = \alpha_0 + \beta_i \mathbf{Taxe}_{i,t} + \gamma_i \mathbf{E}_{1,i,t} + \lambda_i \mathbf{I}_{1,i,t} + \theta_i \mathbf{P}_{1,i,t} + \varepsilon_0$$

$$\mathbf{Taxe}_{i,t} = \alpha_1 + \sigma_i Y_{i,t} + \gamma_i \mathbf{E}_{2,i,t} + \lambda_i \mathbf{I}_{2,i,t} + \theta_i \mathbf{P}_{2,i,t} + \varepsilon_1$$

Où,

$i$ , représente le pays (disponible en annexe1)

$t=1, \dots, T$ , représente l'année

Où  $Y_{i,t}$  représente la taille du marché des éco-industries par les revenus pour le pays  $i$  à la période  $t$ ,  $\mathbf{Taxe}_{i,t}$  représente les recettes gouvernementales issues des taxes sur la pollution pour le pays  $i$  à la période  $t$  et  $\varepsilon$  représente le terme d'erreur.

Les variables  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{I}$  et  $\mathbf{P}$  regroupent respectivement les variables économiques, les variables institutionnelles et les variables de mesure de la pollution dont nous soupçonnons l'influence sur la taille du marché des éco-industries et le niveau des taxes sur les émissions polluantes. Ces matrices se définissent comme suit :

$\mathbf{E}_1$  est composée des variables suivantes : indice d'ouverture sur les marchés internationaux, production brute des industries polluantes, produit intérieur brut par habitant.

$\mathbf{I}_1$  est composée des variables suivantes : taille de la population urbaine, indice de développement humain.

$\mathbf{P}_1$  représente la pollution par habitant.

$\mathbf{E}_2$  est composée des variables suivantes : indice d'ouverture sur les marchés, production brute des industries polluantes, produit intérieur brut par habitant.

$\mathbf{I}_2$  est composée des variables suivantes : population urbaine, indice de développement humain, nombre de traités sur l'environnement ratifiés par pays, taille de la population urbaine.

$P_2$  représente la pollution totale par pays.

L'ultime objectif de ce modèle est de vérifier l'existence d'une influence de la taxation des émissions polluantes sur l'évolution du marché des éco-industries ainsi que la proportion de ces influences. Mais à côté de cela, nous tenterons de déterminer l'influence d'autres variables qui affectent potentiellement le marché des éco-industries et le niveau de taxation de la pollution. En effet, la première équation du modèle nous permettra d'identifier la proportion avec laquelle la taille du marché des biens et services de réduction de la pollution est influencée par le niveau de la taxation de la pollution, et d'autres facteurs économiques, institutionnels et de mesure de la pollution. La deuxième équation nous permettra de vérifier l'influence de certaines variables sur les revenus issus de la taxation de la pollution.

### 3.2.2 Méthodes d'estimation du premier modèle:

Notre modèle est composé de deux équations simultanées. Pour l'estimer, on distingue les méthodes à information limitée et les méthodes à information complète. Les premières consistent à estimer le modèle équation par équation, sous l'hypothèse qu'il n'existe pas de corrélations entre les aléas des différentes équations. Les secondes considèrent le modèle dans sa globalité en prenant en considération la corrélation entre les équations. Dans notre cas, par souci de précision, nous utiliserons les deux types de méthodes d'estimation, celle à informations limitées et celle à informations complètes. Les méthodes d'estimation capable d'estimer l'ensemble des équations d'un modèle à équations simultanées en prenant en considération l'information complète que nous utilisons sont la méthode des triples moindres carrés (3SLS) et celle des triples moindres carrés itérative (Iterative 3SLS). Quant à la méthode qui utilise l'information limitée que nous utilisons pour une première estimation du modèle, il s'agit des doubles moindres carrés (2SLS). Ces méthodes d'estimation ne peuvent s'appliquer à un modèle comportant une équation non identifiable ce qui, après vérification de l'identification des deux équations, s'avère ne pas être le cas ici. De plus, le modèle respecte les hypothèses relatives aux modèles à équations simultanées. En effet, la matrice des coefficients des variables endogènes est inversible ce qui implique qu'il est possible de retrouver la forme

structurelle à partir de la forme réduite. En outre, l'espérance du terme d'erreur du modèle est égale à 0 et la matrice des covariances des erreurs des deux équations est définie positive.

Nous estimerons aussi la première équation du modèle, qui représente le point central de notre recherche, par la méthode des effets fixes. En effet, un test d'Hausman, qui teste l'orthogonalité entre le modèle à effets fixes et le modèle à effets aléatoires, nous informe qu'il existe des effets individuels dans nos données et qu'il convient, donc, de prendre en considération l'estimation du modèle à effets fixes par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

Le choix d'estimer ce modèle par quatre méthodes différentes est motivé par la recherche de robustesse de nos résultats. En effet, une comparaison entre les résultats obtenus après estimation de notre modèle par 3SLS, itérative 3SLS, 2SLS, et MCO sur le programme économétrique Stata<sup>®</sup>11, nous permettra de confirmer ou au contraire d'élever des objections par rapport à la robustesse de notre modèle.

La méthode des doubles moindres carrés consiste en une estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) en deux étapes. Dans la première étape, toutes les variables explicatives endogènes d'un système d'équations simultanées sont régressées sur la variable *Taxe*. Dans la seconde étape, chaque équation est estimée par MCO après que toutes les variables endogènes aient été remplacées par les valeurs ajustées des régressions correspondantes de la première étape. Par conséquent, pour chaque équation structurelle du système, la variable endogène est régressée sur un ensemble de régresseurs qui contient les variables exogènes et prédéterminées, en plus des valeurs ajustées des variables explicatives endogènes provenant de la régression de la première étape.

La méthode des triples moindres carrés, quant à elle, tient compte de la vraisemblable corrélation entre les différentes équations d'une autre manière. En effet, cette méthode d'estimation commence par estimer chaque équation par les variables exogènes, puis utilise les résidus de cette première étape pour estimer la liaison entre les aléas des différentes équations et utilise enfin la méthode des moindres carrés généralisés (MCG) pour estimer globalement l'ensemble du modèle en tenant compte des informations trouvées dans l'étape qui précède.

Enfin, la méthode des triples moindres carrés itérative est similaire à celle des 3SLS mis à part le fait qu'elle réitère la dernière étape, celle où on estime le modèle par MCG en utilisant les informations trouvées dans les étapes qui la précèdent, jusqu'à ce que la différence entre les résultats obtenus soit extrêmement petite. Sur Stata<sup>®</sup>11, le programme utilisé dans ce mémoire pour les différentes estimations, les itérations s'arrêtent lorsque la différence est de l'ordre de  $10^{-7}$ .

### 3.2.3 Deuxième modèle économétrique :

La formule de base de notre deuxième modèle économétrique est la suivante :

$$Y_{i,t} = \alpha_0 + \beta_i \mathbf{Taxe}_{i,t} + \delta_i \mathbf{Sub}_{i,t} + \gamma_i \mathbf{E}_{1,i,t} + \lambda_i \mathbf{I}_{1,i,t} + \theta_i \mathbf{P}_{1,i,t} + \varepsilon_0$$

$$\mathbf{Taxe}_{i,t} = \alpha_1 + \sigma_i Y_{i,t} + \delta_i \mathbf{Sub}_{i,t} + \gamma_i \mathbf{E}_{2,i,t} + \lambda_i \mathbf{I}_{2,i,t} + \theta_i \mathbf{P}_{2,i,t} + \varepsilon_1$$

$$\mathbf{Sub}_{i,t} = \alpha_2 + \sigma_i Y_{i,t} + \beta_i \mathbf{Taxe}_{i,t} + \gamma_i \mathbf{E}_{3,i,t} + \lambda_i \mathbf{I}_{3,i,t} + \theta_i \mathbf{P}_{3,i,t} + \varepsilon_2$$

Où,

$i$ , représente le pays (disponible en annexe)

$t=1, \dots, T$ , représente l'année

Où  $Y_{i,t}$  représente la taille du marché des éco-industries par les revenus pour le pays  $i$  à la période  $t$ ,  $\mathbf{Taxe}_{i,t}$  représente les recettes gouvernementales issues des taxes sur la pollution pour le pays  $i$  à la période  $t$ ,  $\mathbf{Sub}_{i,t}$  représente les subventions à la dépollution le pays  $i$  à la période  $t$  et  $\varepsilon$  représente le terme d'erreur.

Les variables  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{I}$  et  $\mathbf{P}$  qui représente respectivement les variables exogènes économiques, institutionnelles et de mesure de la pollution ne varient pas pour les deux premières équations qui sont reprises du premier modèle. Par contre, les variables  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{I}$  et  $\mathbf{P}$  de la troisième équation sont composées comme suit :

$\mathbf{E}_3$  est composée des variables suivantes : Production brute des industries polluantes, produit intérieur brut par habitant.

$I_3$  est composée des variables suivantes : Indice de développement humain, nombre de traités sur l'environnement ratifiés par pays.

$P_3$  représente la pollution totale par pays.

#### **3.2.4 : Méthode d'estimation du deuxième modèle :**

Le deuxième modèle est un modèle à trois équations simultanées. Une vérification de l'identification de chaque équation du modèle nous permet de déterminer qu'aucune d'entre elles n'est sous-identifiée. De plus, le modèle respecte les hypothèses relatives aux modèles à équations simultanées. En effet, la matrice des coefficients des variables endogènes est inversible ce qui implique qu'il est possible de retrouver la forme structurelle à partir de la forme réduite, l'espérance du terme d'erreur du modèle est égale à 0 et de la matrice des covariances des erreurs des deux équations est définie positive.

Nous pouvons donc l'estimer par la méthode des triples moindres carrés (3SLS) et celle des triples moindres carrés itérative (iterative 3SLS) expliquées à la section 3.2.2. Encore une fois, nous estimerons notre modèle de deux façons différentes afin de vérifier la pertinence de nos résultats.

Nous estimerons aussi la première équation du modèle, qui représente le point central de notre recherche, par la méthode des effets fixes. En effet, un test d'Hausman, qui teste l'orthogonalité entre le modèle à effets fixes et le modèle à effets aléatoires, nous informe qu'il existe des effets individuels dans nos données et qu'il convient, donc, de prendre en considération l'estimation du modèle à effets fixes par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

## Chapitre 4

### Description des variables

#### 4.1 Variables d'intérêts:

##### 4.1.1 Taille du marché des éco-industries :

L'objectif premier de cette étude est de déterminer certains des facteurs, principalement réglementaires, qui influencent les changements du marché de l'éco-industrie et d'expliquer l'étendue de leurs effets sur cette dernière et à l'échelle mondiale. Pour ce faire, il fallait, donc, utiliser une variable représentative des changements affectant le secteur éco-industriel. Pour cette raison, nous utilisons, ici, comme proxy pour la taille du marché de l'éco-industrie, une variable qui est la valeur des revenus en dollars américains du secteur de l'éco-industrie. Les valeurs sont fournies par l'entreprise américaine « Environmental Business International, inc. (EBI) » dans son rapport intitulé « The U.S. Environmental Industry & Global Market ».

Les données représentant la variable dépendante sont estimées d'après un relevé annuel, réalisé, par l'EBI, sur les entreprises privées et gouvernementales dont les revenus sont supérieurs à 5 millions de dollars américains, et classées comme étant éco-industrielles d'après le « Standard Industry Classification (SIC)<sup>5</sup> » ou le « harmonized code systems<sup>6</sup> », et ceci pour chacun des pays étudiés. La classification des firmes de l'éco-industrie comporte 14 segments. Elle est également conforme à la définition des

---

<sup>5</sup> Classification normalisée des industries, abrégé en SIC, est un système de classification des industries établi par le gouvernement des États-Unis dans les années 1930

<sup>6</sup> Un système international normalisé pour la classification des produits échangés par l'Organisation Mondiale des Douanes (OMD)



éco-industries présentée par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE)<sup>7</sup>.

Dans notre modèle économétrique, nous utilisons les données de l'EBI divisées par le PIB en termes de production afin de capturer l'effet de taille de pays étudiés. Nous utiliserons, aussi, la fonction logarithme népérien (noté «log») de ce ratio. Ainsi, nos résultats pourront être interprétés, plus facilement, en pourcentage.

#### **4.1.2 Revenus de la taxation de la pollution :**

Au vu des données accessibles, il nous est malheureusement impossible d'établir ou d'utiliser un indice regroupant tous les frais inhérents à la pollution et permettant de déterminer l'efficacité des restrictions réglementaires environnementales imposées par les pays. Ce qui représenterait davantage le niveau des restrictions environnementales. En revanche, nous pouvons utiliser une approximation quantitative, se rapprochant d'un tel indice, qui est les revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution. Ces données sont fournies par l'OCDE et sont exprimées en millions de dollars américains. Plus explicitement, cette variable regroupe la totalité des revenus issus des différentes taxes imposés par les pays étudiés et dont le but est de réduire la pollution. D'après l'OCDE, les taxes relatives à l'environnement sont des versements obligatoires, effectués sans contrepartie, à l'État en fonction d'une assiette fiscale jugée particulièrement opportune en termes d'environnement. Celle-ci englobe les produits énergétiques, les véhicules à moteur et transport, la gestion des déchets, les substances détruisant la couche d'ozone et autres.

Nous considérons que cette variable est dépendante vu que le régime de taxation adopté par le pays dépend de sa richesse, de ses émissions polluantes, des accords auxquels il participe, de l'importance de ses industries polluantes, etc. De plus, l'étude de cette variable nous permettra d'identifier les facteurs, cités plus haut, qui encouragent le plus un recours à la taxation afin de réduire les émissions polluantes. Également, nous pourrons vérifier si les revenus issus de ces taxes sont utilisés dans un but de dépollution

---

<sup>7</sup> Selon la définition de l'OCDE, les éco-industries sont "toutes les activités qui produisent des biens et services visant à mesurer, prévenir, limiter ou corriger les atteintes à l'environnement touchant l'eau, l'air ou le sol, et les problèmes en rapport avec les déchets, le bruit et les écosystèmes".

comme tel devrait être le cas. Cette identification sera effectuée au sein de l'étude de l'impact des revenus de taxation sur les dépenses de dépollution du gouvernement.

Il convient de rappeler que les gouvernements utilisent, également, d'autres moyens de pression tels que les recours judiciaires, les permis et licences, et les pénalités. Cependant, le manque de données à ce sujet ne nous permet pas de les intégrer dans notre étude. Nos résultats seront, donc, moins pertinents, mais représenteront, néanmoins, une tentative intéressante et une approximation utile de l'impact des restrictions réglementaires sur la pollution, sur les firmes éco-industrielles, et de l'impact des facteurs réglementaires, économiques et institutionnels sur le choix des outils liés à la réglementation environnementale.

Bien entendu, nous nous attendons à ce que les taxes sur la pollution aient un effet positif sur les revenus de l'éco-industrie vu qu'une augmentation des taxes permet non seulement d'augmenter les prix des biens et services de réduction de la pollution, mais aussi, elle encourage le recours des industries polluantes aux éco-industries afin qu'elles puissent dépolluer. Nos attentes, par rapport à leur impact sur les subventions, sont aussi positives puisqu'il est logique de penser que les revenus gouvernementaux des taxes sur la pollution devraient servir à financer la dépollution.

Dans le modèle économétrique, nous utilisons le logarithme népérien des valeurs fournies par l'OCDE divisées par le PIB en termes de production. Ainsi, nos résultats pourront être interprétés, plus facilement, en pourcentage tout en capturant l'effet de taille des pays étudiés.

#### **4.1.3 Les subventions gouvernementales à la dépollution:**

Malheureusement, aucune donnée exploitable se rapportant uniquement aux subventions offertes par le gouvernement aux entreprises éco-industrielles n'est accessible actuellement. Dans le but de déterminer l'impact des subventions, comme nous l'avons suggéré dans la section 2.3 nous utiliserons les dépenses gouvernementales

de protection de l'environnement fournies par Eurostat en milliers d'ECU<sup>8</sup> jusqu'à 1998 puis en milliers d'euros à partir de cette date. Celles-ci regroupent les dépenses en investissements, les frais courants de protection de l'environnement, subventions comprises, et les frais administratifs inhérents à ces dépenses.

Le choix de cette variable est motivé par le fait qu'elle regroupe toutes les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution. Elle nous permettra, ainsi, d'identifier l'impact de la participation gouvernementale et réglementaire sur les changements affectant le marché des éco-industries. Plus explicitement, cette variable nous permettra de déterminer la proportion avec laquelle les dépenses de lutte contre la pollution influencent les marchés des éco-industries. Nous pourrions extrapoler ces résultats sur les subventions à la dépollution.

Cette variable est également une variable dépendante. En effet, elle peut être affectée par la pollution dégagée, par la richesse du pays, par l'importance de ces industries polluantes ainsi que par le nombre de traités multilatéraux, portant sur l'environnement, ratifiés par pays, etc. Il est, dans ce cas, intéressant d'étudier l'impact des variables citées plus haut sur les dépenses gouvernementales, de sorte à comprendre les mécanismes qui poussent les autorités publiques à augmenter ou diminuer leurs dépenses vis-à-vis de la protection de l'environnement.

Nous nous attendons à ce que les dépenses gouvernementales soient positivement corrélées aux revenus de l'éco-industrie, vu qu'elles servent à l'acquisition de biens et services de dépollution. Néanmoins, la corrélation de ces dépenses aux revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution reste ambiguë. En effet, il se peut qu'elle soit positive signifiant qu'elle n'a pas servi à diminuer la pollution ce qui impliquerait que les subventions à la dépollution aient été accordées, en majorité, aux industries polluantes selon les résultats de David et Sinclair-Desgagné (2010). L'effet pourrait aussi être négatif ce qui nous permettrait de conclure que les dépenses ont surtout

---

<sup>8</sup> L'European Currency Unit, en français Unité de compte européenne a été l'unité de compte de la Communauté européenne avant l'adoption du nom de l'euro, entre 1979 et 1998.

bénéficié à la dépollution et qu'elles ont, donc, été accordées principalement aux éco-industries selon les résultats trouvés dans le même article. Pour cette raison, nous n'allons intégrer pas cette variable comme variable explicative dans la deuxième équation du modèle vu que le manque de données relatif aux bénéficiaires des subventions gouvernementales peut nous induire en erreur.

Dans le modèle économétrique, nous utilisons le logarithme népérien des valeurs fournies par l'Eurostat divisées par le PIB en termes de production. Ainsi, nos résultats pourront être interprétés, plus facilement, en pourcentage tout en prenant en considération l'effet de taille des pays étudiés.

## **4.2 Variables de contrôle :**

### **4.2.1 Les variables économiques :**

#### **4.2.1.1 *Produit intérieur brut par habitant (PIB/h) :***

On peut supposer que le produit intérieur brut par habitant d'un pays influence le marché des éco-industries. En effet, une hausse des revenus entraîne une augmentation de la demande pour un environnement de meilleure qualité. Cette idée est approfondie avec Beckerman (1992) qui affirme la possibilité que la seule manière d'atteindre une qualité environnementale décente soit d'avoir des revenus élevés.

Ainsi, le PIB par habitant devrait être positivement corrélé avec les revenus de l'éco-industrie et les subventions gouvernementales à la dépollution. Par contre, nous nous attendons à ce que la corrélation soit négative par rapport aux revenus issus de la taxation de la pollution. En effet, si des revenus par habitant élevés impliquent la recherche d'un environnement de meilleure qualité, les émissions de pollution seraient négativement affectées et les revenus gouvernementaux issus des taxes sur la pollution seraient, à leurs tours, influencés négativement.

Les données utilisées, pour cette variable, sont celles fournies par l'OCDE (2012).

#### **4.2.1.2 *Indice d'ouverture :***

De façon intuitive, un fort indice d'ouverture à l'international est la conséquence directe d'échanges commerciaux importants aussi bien dans le domaine manufacturier ou de l'industrie que dans celui des services. Ces échanges doivent être conformes aux

réglementations environnementales des pays partenaires et respecter diverses spécificités sur la production ou sur le produit fini comme, par exemple, la nécessité d'absence de plomb, amiante ou de fer. De plus, selon certaines recherches, il se pourrait que l'ouverture d'une économie sur l'étranger puisse avoir un impact sur la croissance du secteur environnemental. En effet, Ferrier (2010) trouve que la présence d'entreprises internationales entraîne à la fois l'adaptation des techniques industrielles de la part du pays domestique envers les exigences environnementales d'un pays étranger, mais aussi l'innovation provoquée par l'utilisation de nouveaux processus de contrôle et de réduction de la pollution provenant de l'extérieur du pays domestique.

Nous pensons que l'indice d'ouverture influence positivement les revenus de l'éco-industrie qui est un secteur industriel comme un autre. Cette éco-industrie devrait alors être affectée de la même manière, donc positivement, par l'ouverture sur les marchés internationaux d'échange de biens et de services. Nous nous attendons, également, à ce qu'il soit positivement corrélé aux revenus issus de la taxation de la pollution vu que plus d'échanges impliquent un secteur industriel plus important, mais aussi plus de rejets polluants liés à l'activité industrielle et à celle des transports. Par contre, il est peu vraisemblable que l'ouverture commerciale puisse influencer les subventions à la dépollution puisque celles-ci sont plutôt liées à l'ouverture politique qui est représentée dans notre modèle par la variable qui comptabilise le nombre de traités environnementaux et multilatéraux ratifiés par pays.

L'indice d'ouverture des marchés que nous allons utiliser est celui établi par Heston et al. (2009). Celui-ci représente le ratio de l'addition des importations et des exportations exprimées en devises nationales sur le produit intérieur brut de chaque pays. Les données utilisées pour la construction de cet indice sont exprimées en termes réels et proviennent des banques de données de la Banque Mondiale et des Nations Unies.

#### *4.2.1.3 Production brute des industries polluantes :*

La croissance des industries polluantes au côté du durcissement des réglementations environnementales a, logiquement, une influence positive sur l'évolution du marché des biens et services de réduction de la pollution. Cependant, l'importance de ce facteur est qu'il reflète la corrélation entre ces deux variables. À savoir, si les

changements opérant le marché des industries polluantes sont traduits sur le marché des éco-industries.

Par rapport aux revenus des éco-industries et aux subventions à la dépollution, la corrélation devrait, logiquement, être positive ce qui veut dire que l'augmentation de la production des industries polluantes entraîne une augmentation de la pollution encourageant, par conséquent, le recours aux éco-industries et aux subventions à la dépollution dans le but de réduire leurs rejets polluants. De même pour les revenus issus de la taxation de la pollution, nous pensons que l'accroissement de la production en volume des industries polluantes augmente les émissions de pollution et donc les revenus gouvernementaux issus des taxes sur la pollution.

Les industries polluantes que nous avons choisies, en nous référant à plusieurs études et articles (EBI, par exemple), sont : les activités extractives, la production de produits alimentaires, boissons et tabac, la production de textiles, articles d'habillement, cuir et chaussures, les industries de pâtes et papiers, articles en papier, imprimerie et édition, la production chimique de caoutchouc, plastiques et produits pétroliers, la fabrication de produits métallurgiques de base et d'ouvrages en métaux, la production de matériel de transport, l'industrie de transports et d'entreposage et enfin les activités manufacturières. Les données utilisées concernant la production en prix des industries polluantes sont fournies par l'OCDE.

#### **4.2.2 Les variables institutionnelles :**

##### **4.2.2.1 Population urbaine :**

Le ratio de la population habitant dans des régions urbanisées est utilisé dans notre modèle. En effet, certains types de firmes environnementales sont d'autant plus présents dans les milieux à haute densité de population. Par exemple, les firmes de traitement et de collecte des déchets domestiques et les usines de traitements des eaux sont significativement plus grandes en taille lorsque la densité de population est plus élevée. De plus, ce type d'entreprise génère une part importante des revenus de l'éco-industrie. Une augmentation du ratio de la population urbaine pourrait donc entraîner, une

augmentation de la taille des firmes environnementales. Ces données proviennent de la banque de données de l'OCDE (2012).

Nous nous attendons à ce que l'effet de cette variable soit positif sur les revenus des éco-industries ainsi que sur les revenus issus de la taxation de la pollution. En effet, une population plus dense engendre une plus grande activité éco-industrielle tel qu'expliqué plus haut. De plus, les populations urbanisées ont généralement un niveau de vie plus élevé que les populations rurales ce qui leur permet de consommer plus, des voitures plus puissantes par exemple, et donc de payer plus de taxes sur les émissions de pollution. Par contre, nous pensons que les subventions ne sont pas influencées par le taux d'urbanisation de la population étant donné qu'elles sont offertes principalement aux entreprises dans un but de dépollution uniquement.

#### *4.2.2.2 Indice de développement humain (IDH) :*

Bien que nous utilisions le PIB par habitant pour représenter la richesse de la population d'une nation, nous n'estimons pas que cette variable soit assez représentative du niveau de développement du pays en question. Pour cette raison, nous introduisons aussi dans notre modèle l'indice de développement humain<sup>9</sup>. Cet indice ne représente pas parfaitement le niveau de développement humain d'une population, mais il prend en compte des facteurs dont l'impact est certain qui sont l'éducation, la santé et le niveau de vie. Bien que le niveau de vie soit calculé à partir du PIB, nous pensons que l'impact de l'indice de développement sera encore plus important que celui du PIB par habitant sur la taille du marché des éco-industries. En effet, en général, l'intérêt que les populations ont pour l'environnement ne se manifeste de façon active que lorsque la situation économique y est favorable. Alors que dans le cas où l'importance accordée à la santé et à l'éducation est élevée, on peut s'attendre à une plus grande prise de conscience de la part de la population et, donc, à plus de considération envers l'environnement. Ceci impliquera des activités plus soutenues de la part des industries de production de biens et services de réduction de la pollution.

---

<sup>9</sup> L'indice de développement humain (IDH) est un indice statistique composite, créé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) en 1990 pour évaluer le niveau de développement humain des pays du monde. L'IDH se fonde sur trois critères majeurs : l'espérance de vie, le niveau d'éducation et le niveau de vie.

Nous pensons que l'IDH affecte positivement les revenus des éco-industries et les subventions à la dépollution. Plus explicitement, un pays dont la population est plus développée va chercher à réduire au maximum ses émissions polluantes et ceci se fait principalement à travers une éco-industrie puissante et des dépenses d'encouragement à la dépollution. Les taxes sur la pollution peuvent jouer le même rôle, mais il est encore plus évident de se dire qu'un pays avec un IDH élevé pourrait dégager relativement peu de produits polluants et que, dans ce cas, l'IDH serait corrélé négativement avec les revenus des taxes sur la pollution.

Les données utilisées pour l'indice de développement humain sont celles fournies par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD).

#### *4.2.2.3 Nombre de traités multilatéraux, portant sur la protection de l'environnement, ratifiés par pays :*

Tout d'abord, rappelons que l'objectif du mémoire est d'évaluer les facteurs qui influencent le marché des éco-industries. Parmi ces facteurs, nous avons cité deux outils réglementaires de réduction de la pollution, qui sont les subventions des biens et services de dépollution et les taxes sur les émissions de pollution. Or, les réglementations environnementales, sont dans une forte mesure, le fruit des accords internationaux (Protocole de Kyoto, par exemple), étant donné les enjeux planétaires relatifs aux émissions polluantes. Cependant, comme nous ne pouvons pas avoir une évaluation spécifique et quantifiable de l'impact de chaque accord, nous utiliserons ici le nombre d'accords portant sur la protection de l'environnement ratifié par chaque pays.

En effet, plus un pays ratifie des accords multilatéraux environnementaux, plus il se doit d'établir des règlements pour les respecter ou même pour montrer son engagement en matière de dépollution, à travers les outils mis à sa disposition tels que les taxes sur les émissions polluantes et les subventions à la dépollution. Il y a bien sûr certaines exceptions à la règle, comme tel est le cas pour le Canada en 2011, qui, au lieu de respecter le protocole de Kyoto qu'il a ratifié, a décidé de se retirer. Ce genre de situation est très rare vu que cela nuit considérablement à la réputation et à la crédibilité du pays.



Nous nous attendons à ce que la corrélation soit positive que ce soit par rapport aux taxes sur les émissions polluantes ou par rapport aux subventions à la dépollution étant donné qu'un nombre plus élevé d'accords suppose plus de réglementations environnementales et de restrictions sur les rejets de pollution à respecter. Par contre, cette variable ne peut avoir une influence directe sur les revenus des éco-industries puisqu'elle affecte en premier lieu les outils de la réglementation qui, eux-mêmes, affectent l'éco-industrie.

Les accords multilatéraux, que nous prenons en considération, sont classifiés par l'OCDE. Nous entreprenons de les étudier individuellement afin de déterminer les pays ratificateurs de chaque accord. Au total, ils s'élèvent au nombre de 278, divisé en protocoles, accords, traités, conventions et amendements. Dans cette étude nous ne prenons en compte que les accords, protocoles, traités... environnementaux principaux (si le nombre de pays ne change pas à la signature d'une nouvelle section de l'accord), c'est-à-dire que nous ne prenons pas en compte les sous-divisions d'un accord, traité..., qui concernent plus de 3 pays ou plus et dont l'entrée en vigueur est antérieure à 2005. De plus, ils ne sont pris en considération qu'à l'année de ratification, par le pays étudié, si celle-ci est postérieure à l'année de leurs entrées en vigueur<sup>10</sup>. Par contre, nous ne prenons pas en considération les accords en rapport avec la pêche, la faune et la flore. En effet, ceux-ci ne concernent que les limitations d'exploitation et n'affectent, donc, pas de manière directe ou indirecte les éco-industries. Nous excluons également les accords portant sur l'armement nucléaire pour les mêmes raisons. En fin de compte, nous comptabilisons dans nos données 55 traités multilatéraux (Annexe 3).

#### **4.2.3 Pollution par habitant:**

Cette variable mesure la pollution dégagée par habitant par pays qui, intuitivement, a un effet sur l'industrie de réduction de la pollution dans le sens où une augmentation de la pollution suppose une augmentation de la demande pour les biens et services de dépollution par les entreprises et par les particuliers. Cet effet est d'autant plus présent dans le cas où la population est sensibilisée. Ce choix de mesure de la pollution a été retenu à cause du fait que, de notre point de vue, il offre une représentation

---

<sup>10</sup> Il arrive souvent que des pays ratifient un accord à une date postérieure à celle de son entrée en vigueur.

plus juste de la situation des éco-industries qui offrent des sévices aux entreprises et aux particuliers. De façon plus explicite, il permet d'étudier l'impact de la pollution sur le développement des industries de dépollution en prenant en considération la pollution engendrée par chaque individu de sorte que la pollution dégagée par des pays peu peuplés ne soit pas sous-estimée.

De plus, l'impact de cette variable sur l'éco-industrie a été prouvé par Zhang (2007, 2008) qui démontre que la quantité d'émission polluante ait un impact sur la croissance des revenus de l'éco-industrie

Il n'est pas possible de tenir compte de l'ensemble des polluants relâchés dans la nature étant leurs diversités (polluants de l'air, des sols et des eaux), les différents degrés de pollution engendrés par chaque produit et l'absence de données suffisantes, et ce pour la période étudiée<sup>11</sup>. Pour cette raison, nous utilisons comme proxy le nombre de tonnes métriques de gaz à effet de serre exprimé en CO<sub>2</sub> dégagé par habitant, qui est une variable permettant d'avoir une approximation de la situation pour chaque individu de chaque pays et année. Cette variable devrait être positivement corrélée avec les revenus de l'éco-industrie puisque la pollution engendre un besoin de dépollution comblé par les éco-industries.

Nous construisons cette variable en utilisant le nombre de tonnes métriques de gaz à effet de serre exprimé en CO<sub>2</sub> par pays qui est fourni par la banque de données de l'OCDE, et en le divisant par le nombre d'habitants par pays établi par la même institution (2012) sur la période étudiée.

Nous utilisons cette variable uniquement pour la première équation de nos deux modèles économétriques, car nous considérant que seule l'éco-industrie est affectée aussi bien par les entreprises que par les individus vu que les biens et services qu'elle offre sont destinés aux deux groupes. Pour mesurer l'impact de la pollution sur les outils réglementaires d'encouragement à la dépollution, nous utilisons la pollution dégagée par pays.

---

<sup>11</sup> L'indice EPI de l'université de Yale représente l'effet de l'ensemble des polluants par pays, mais seulement à partir de 2006.

#### 4.2.4 Pollution par pays :

Dans le cadre des négociations internationales, il est d'usage d'utiliser la pollution dégagée par pays même si cela handicape les pays très peuplés par rapport aux autres. D'ailleurs, les pays peuplés tels que la Chine et l'Inde n'ont que très rarement ratifié des accords multilatéraux environnementaux pour cette raison. Néanmoins, afin de vérifier l'impact réel de la pollution sur les taxes sur les émissions polluantes et les subventions à la dépollution, nous utilisons la pollution totale par pays. Plus précisément, nous utilisons comme proxy le nombre de tonnes métriques de gaz à effet de serre exprimé en CO<sub>2</sub> par pays qui est fourni par la banque de données de l'OCDE que nous divisons par la surface totale en hectares du pays concerné afin de prendre en considération la taille du pays.

Nous nous attendons à ce que la pollution par pays soit corrélée positivement avec les revenus issus de la taxation sur la pollution et avec les subventions à la dépollution. En effet, une augmentation de la pollution entraîne logiquement une augmentation des revenus issus de la taxation de la pollution et une augmentation des subventions à la dépollution puisque l'objectif du gouvernement est de diminuer les émissions polluantes.

### 4.3 Statistiques descriptives :

Tableau 1 : Statistiques descriptives de la base de données du premier modèle

<b>Variabes</b>	<b>Obs</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Revenus des éco-industries	275	$1,96 \cdot 10^{10}$	$4,57 \cdot 10^{10}$	$5,41 \cdot 10^7$	$2,71 \cdot 10^{11}$
Revenus issus de la taxation de la pollution	275	$1,75 \cdot 10^{10}$	$2,34 \cdot 10^{10}$	$2,39 \cdot 10^7$	$9,01 \cdot 10^{10}$
PIB par habitant	275	23590,13	7870,95	6332,53	47639,58
Indice d'ouverture	275	4,20	0,45	2,92	5,11
Production des industries polluantes	275	$3,17 \cdot 10^{13}$	$1,13 \cdot 10^{14}$	$2,5 \cdot 10^9$	$7,6 \cdot 10^{14}$
IDH	275	0,84	0,04	0,71	0,93
Population urbaine	275	$2,76 \cdot 10^7$	$4,54 \cdot 10^7$	244920,1	$2,39 \cdot 10^8$
Nombre de traité	275	25,8	8,76	8	44
Pollution par pays	275	571616	1345576	3203,55	7184959
Pollution par habitant	275	0,01	0,004	0,006	0,02
PIB par la production	275	1002846	2004764	6214,32	$1,30 \cdot 10^7$
Surface en hectares	275	$9,2 \cdot 10^7$	$2,43 \cdot 10^8$	3388000	$9,16 \cdot 10^8$

Tableau 2 : Statistiques descriptives de la base de données du deuxième modèle

<b>Variabes</b>	<b>Obs</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Revenus des éco-industries	143	1,10*10 <sup>10</sup>	1,23*10 <sup>10</sup>	9,24*10 <sup>10</sup>	4,77*10 <sup>10</sup>
Revenus issus de la taxation de la pollution	143	1,87*10 <sup>10</sup>	1,75*10 <sup>10</sup>	1,9*10 <sup>9</sup>	6,97*10 <sup>10</sup>
Dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution	143	4390786	4488224	313728	1,7*10 <sup>7</sup>
PIB par habitant	143	26210,52	5638,73	13498,53	47639,58
Indice d'ouverture	143	4,23	0,33	3,65	5,06
Production des industries polluantes	143	5,08*10 <sup>11</sup>	4,04*10 <sup>11</sup>	2,7*10 <sup>10</sup>	1,60*10 <sup>12</sup>
IDH	143	0,85	0,03	0,75	0,93
Ration de la population urbaine	143	72,67	10,2	51,1	89,7
Nombre de traités	143	31,47	6,95	15	44
Pollution par pays	143	304650,9	310537,2	49660,92	1139506
Pollution par habitant	143	0,011	0,002	0,006	0,018
PIB par la production	143	705724,9	701246,3	64526,7	2600000
Surface en hectares	143	2,52*10 <sup>7</sup>	1,7*10 <sup>7</sup>	3388000	5,5*10 <sup>7</sup>

#### 4.4 Effet attendu des variables (rappel):

Tableau 3 : Effet prévu des variables explicatives

<b>Variables</b>	<b>Signe attendu</b>
<b>Variables d'intérêts</b>	
Recettes gouvernementales issues des taxes sur la pollution	Positif sur <b><i>Y, Sub</i></b>
Subventions gouvernementales de lutte contre la pollution	Positif sur <b><i>Y</i></b>
<b>Variables de contrôle</b>	
Indice d'ouverture sur les marchés	Positif sur <b><i>Taxe, Y</i></b>
Production brute des industries polluantes	Positif sur <b><i>Sub, Taxe, et Y</i></b>
Produit intérieur brut par habitant	Positif sur <b><i>Sub, et Y</i></b> , et négatif sur <b><i>Taxe</i></b>
Population urbaine	Positif sur <b><i>Taxe, et Y</i></b>
Nombre de traités multilatéraux portant sur la protection de l'environnement ratifiés par pays	Positif sur <b><i>Sub, Taxe</i></b>
Indice de développement humain	Positif sur <b><i>Sub, Y</i></b> et négatif sur <b><i>Taxe</i></b>
Pollution par habitant	Positif sur <b><i>Y</i></b>
Pollution par pays	Positif sur <b><i>Sub, Taxe</i></b>

## Chapitre 5

### Résultats

Dans les deux sections qui vont suivre, nous exposerons les résultats de l'estimation des deux modèles présentés dans le chapitre 3. Le premier tableau représente les résultats du premier modèle par les méthodes des doubles moindres carrés (2SLS). Le second tableau rassemble les résultats des estimations du premier modèle par la méthode des triples moindres carrés (3SLS) et la méthode des triples moindres carrés itératives (Iterativ 3SLS). Le troisième tableau, quant à lui, complète les résultats des estimations du deuxième modèle par la méthode des triples moindres carrés et la méthode des triples moindres carrés itérative.

#### 5.1. Résultats des estimations du premier modèle :

Tableau 4 : Résultats de l'estimation du premier modèle par 2SLS et par effets fixes

<b>Variabes à expliquer :</b>	<b>Estimation par effets fixes</b>	<b>Estimation par 2SLS</b>
<b>Revenus de l'éco-industrie/PIB</b>		
Revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution/PIB	0,14*** (0,02)	0,18** (0,06)
PIB/habitant	-0,00001*** $2,28 \cdot 10^{-6}$	0,000006** $(4,83 \cdot 10^{-6})$
Indice de Développement Humain	2,84*** (0,58)	5,48*** (0,96)
Indice d'ouverture	-0,015** (0,05)	-0,465*** (0,04)
Ratio de la population urbaine	0,27** (0,3)	0,05** (0,174)

Production des industries polluantes	0,014** (0,019)	-0,044** (0,009)
Pollution par habitant	15,83** (6,13)	3,14** (5,9)

nombre d'observation : 275 ; \*\*\*Significatif à 1% ; \*\*Significatif à 5% ; \*Significatif à 10%

Tableau 5 : Résultats de l'estimation du premier modèle par 3SLS et 3SLS Iterative.

<b>Variable à expliquer : Revenus de l'éco-industrie/PIB</b>	<b>Estimation par 3SLS</b>	<b>Estimation par 3SLS Iterative</b>
Revenus issus de la taxation de la pollution/PIB	0,18** (0,06)	0,17*** (0,02)
PIB/habitant	0,00005** (4.7*10 <sup>-6</sup> )	0,00006** (4.44*10 <sup>-06</sup> )
Indice de Développement Humain	5,61*** (0,95)	5,67*** (0,86)
Indice d'ouverture	-0,469*** (0,04)	-0,47** (0,007)
Ratio de la population urbaine	0,06** (0,17)	0,06** (0,17)
Production des industries polluantes	-0,04*** (0,009)	-0,04*** (0,03)
Pollution par habitant	1,36** (5,81)	0,85** (4,3)
<b>Variable à expliquer : Revenus issus de la taxation de la pollution/PIB</b>	<b>Estimation par 3SLS</b>	<b>Estimation par 3SLS itérative</b>
PIB/habitant	0,00003*** (0,00001)	0,00003*** (0,00001)
Indice de Développement Humain	2,25** (1,84)	2,25** (1,84)
Indice d'ouverture	-0,18** (0,09)	-0,18** (0,09)
Production des industries polluantes	-0,1*** (0,01)	-0,1*** (0,01)
Ratio de la population urbaine	-0,26** (0,39)	-0,23** (0,39)
Pollution totale/ surface du pays en hectares	16,13*** (2,53)	16,16*** (2,53)



Nombre de traités ratifiés par pays	0,01** (0,004)	0,07*** (0,006)
-------------------------------------	-------------------	--------------------

nombre d'observation : 275 ; (Erreur-type); \*\*\*Significatif à 1% ; \*\*Significatif à 5% ; \*Significatif à 10%

Globalement, les résultats de l'estimation de notre premier modèle avec les quatre méthodes d'estimation sont semblables et leurs effets sont similaires. Les coefficients sont, majoritairement, significatifs même si cela varie légèrement. D'ailleurs les coefficients issus de ces deux dernières méthodes sont très ressemblants. De plus, les coefficients obtenus ont, dans la plupart des cas, les signes attendus, mis à part quelques exceptions que nous tenterons d'expliquer. En premier lieu, nous exposerons les résultats conformes à nos attentes, et par la suite, nous analyserons les résultats qualifiés d'ambigus, c'est-à-dire, non conformes à nos prédictions ou encore conformes, mais non significatifs.

D'abord, nous constatons que les coefficients des revenus gouvernementaux issus de la taxe sur la pollution sont positifs et significatifs à 5% et 1% avec des valeurs allant de 0,14 à plus de 0,17 pour les quatre méthodes d'estimation. Cela signifie qu'une variation de 1% des revenus issus de la taxation de la pollution engendre une variation comprise entre 0,14% et 0,19% des revenus des éco-industries.

La variable «Ratio de la population urbaine» a, aussi conformément à nos prédictions, un effet positif et significatif sur les revenus des éco-industries. Il se peut que ces coefficients aient un impact plus important sur cette variable à expliquer. En effet, il se peut que cela ne soit pas observable étant donné que notre échantillon se compose uniquement de pays membres de l'OCDE et qui ont, relativement, un niveau de développement élevé et similaire. Cela impliquerait que la répartition géographique et le comportement de la population urbaine puissent être similaires d'un pays à l'autre.

Les résultats des estimations nous montrent que la pollution par habitant, le PIB par habitant, l'indice de développement humain affectent positivement les revenus de l'éco-industrie, confirmant, donc nos attentes. De même que pour l'effet de la pollution totale sur les revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution qui est positif et significatif à 1%. La dernière variable, dont l'effet est, comme conforme à nos

attentes et dont le coefficient est significatif, est le nombre de traités environnementaux multilatéraux ratifiés par pays. Le résultat obtenu nous informe qu'à chaque nouvelle ratification, les revenus gouvernementaux issus des taxes sur la pollution connaissent une progression de l'ordre de 7%, selon la méthode d'estimation des 3SLS itérative.

Nous entamons maintenant une analyse des variables dont les résultats sont ambigus, non attendus ou encore non significatifs. Tout d'abord, le PIB par habitant a un coefficient significatif à 1% sur les revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution, et est positif, ce qui est, aussi contraire à nos attentes. Néanmoins, il est probable que nos prévisions soient erronées, car le PIB est en grande partie exprimé par l'activité industrielle, surtout dans un échantillon composé de pays industrialisés. Donc, il est clair qu'une plus grande activité industrielle engendre plus de pollution et donc des revenus gouvernementaux issus de la taxation des émissions polluantes plus importants.

L'indice de développement humain a, comme prévu, un impact positif sur les revenus des éco-industries, mais contrairement à nos pronostics, il est, aussi, positif sur les revenus gouvernementaux issus de la de taxation de la pollution et ce quel que soit la méthode d'estimation utilisée. Nous pensons que ce signe peut être dû au fait que le produit intérieur brut par habitant est étroitement et positivement lié à l'indice de développement humain. En effet, cet indice comprend des valeurs représentatives du niveau de vie qui sont calculées par le logarithme décimal du PIB par habitant en parité de pouvoir d'achat. Ainsi l'effet du PIB par habitant est aussi, en partie, représenté par l'IDH ce qui explique le signe obtenu.

Les coefficients de la variable indice de l'ouverture ont un impact négatif et significatif, contrairement à nos attentes, sur les revenus de l'éco-industrie. On peut expliquer le signe trouvé par la théorie du «pollution heaven» ou havre de pollution qui stipule que les investisseurs étrangers des pays industrialisés sont attirés par les faibles réglementations environnementales des pays en développement (Umed Temurshoev(2006)). Selon cette théorie et en rappelant que notre échantillon se compose de pays membres de l'OCDE, il se peut que l'ouverture de l'économie ait un effet négatif sur le revenu des éco-industries vu qu'une valeur importante de cet indice encourage la délocalisation de certaines industries polluantes vers des pays en développement. Cette

délocalisation implique que les industries polluantes aient moins besoin de recourir aux services et produits offerts par l'éco-industrie. Cette même raison explique en partie l'effet négatif de cet indice sur les revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution. En effet, selon le deuxième tableau, une augmentation de la valeur de l'indice d'ouverture de 1, ce qui représente une très forte augmentation, entraîne une diminution des revenus de la taxe sur la pollution de 18%, selon avec une significativité de 5%. L'autre raison, qui peut aussi expliquer ce résultat, est que les entreprises et les pays sont constamment obligés d'améliorer leurs résultats en termes de réduction de la pollution afin de se conformer aux exigences environnementales internationales dans le but de rester compétitifs.

La production en prix des industries polluantes n'a pas l'effet escompté tout en étant significatif pour les trois dernières méthodes d'estimation et ce sur les deux variables à expliquer dans notre premier modèle. Ceci peut être expliqué par le fait que la variable est exprimée en prix et non en volume ce qui implique qu'elle prend en considération plusieurs autres facteurs autres que productifs ce qui fausse probablement nos résultats. Le coefficient est, néanmoins, positif est significatif lors de l'estimation prenant en considération les effets fixes tel qu'attendu.

## 5.2 Résultats de l'estimation du deuxième modèle :

Tableau 6 : Résultats de l'estimation du deuxième modèle par la méthode des effets fixes.

<b>Variabiles à expliquer : Revenus de l'éco-industrie/PIB</b>	<b>Estimation par effets fixes</b>
Revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution/PIB	0,14*** (0,02)
Dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution/PIB	0,05** (0,01)
PIB/habitant	-0,00002*** (3,09*10 <sup>-06</sup> )
Indice de Développement Humain	1,18** (0,59)
Indice d'ouverture	-0,38** (0,10)
Ratio de la population urbaine	0,61** (0,29)
Production des industries polluantes	0,37*** (0,07)
Pollution par habitant	15,6** (6,1)
nombre d'observation : 143 ; ***Significatif à 1% ; **Significatif à 5% ; *Significatif à 10%	

Tableau 7 : Résultats de l'estimation du deuxième modèle par 3SLS et 3SLS Iterative.

<b>Variable à expliquer :</b>	<b>Estimation par 3SLS</b>	<b>Estimation par 3SLS itérative</b>
<b>Revenus de l'éco-industrie/PIB</b>		
Dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution/PIB	-1,03 (0,32)	0,02** (0,03)
Revenus issus de la taxation de la pollution/PIB	-1,23 (2,39)	-0,23*** (0,05)
PIB/habitant	-0,000001 (0,00004)	-0,00001*** (6,88*10 <sup>-06</sup> )
Indice de Développement Humain	1,02 (13,84)	6,33*** (1,34)
Indice d'ouverture	0,64 (1,31)	-0,08* (0,08)
Ratio de la population urbaine	3,27** (1,94)	1,49*** (0,21)
Production des industries polluantes	-0,08 (0,22)	-0,09*** (0,03)
Pollution par habitant	49,15 (133,61)	-22,62*** (7,24)
<b>Variable à expliquer :</b>		
<b>Revenus issus de la taxation de la pollution/PIB</b>		
PIB/habitant	0,00009*** (8,71*10 <sup>-06</sup> )	0,00001** (8,75*10 <sup>-06</sup> )
Indice de Développement Humain	-2,65** (1,92)	-0,37 (1,56)
Ratio de la population urbaine	1,79*** (0,37)	1,27*** (0,17)
Indice d'ouverture	0,54*** (0,15)	0,28*** (0,06)
Production des industries polluantes	-0,20 (0,05)	0,03* (0,03)
Pollution totale/surface en hectares	-1,19 (1,91)	0,78 (1,4)
Nombre de traités ratifiés par pays	-0,002 (0,006)	-0,007** (0,004)
<b>Variable à expliquer :</b>		
<b>Dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution/PIB</b>		

Revenus issus de la taxation de la pollution/PIB	0,17* (0,22)	-1,26*** (0,08)
PIB/habitant	0,00002** (0,00001)	0,00003** (0,00002)
Indice de Développement Humain	2,14** (1,8)	5,45* (3,36)
Production des industries polluantes	-0,14*** (0,04)	-0,13** (0,07)
Pollution totale/surface en hectares	19,02*** (2,16)	24,77*** (3,14)
Nombre de traités ratifiés par pays	-0,004 (0,008)	-0,02** (0,009)

nombre d'observation : 143 ; (Erreur-type) \*\*\*Significatif à 1% ; \*\*Significatif à 5% ; \*Significatif à 10%

Le tableau 6 présente les résultats de l'estimation de la première équation du deuxième modèle par la méthode des effets fixes. Le tableau 7 affiche les résultats de l'estimation du deuxième modèle par la méthode des 3SLS et la méthode Iterative 3SLS. Dans cette partie des résultats, nous n'expliquerons les signes et l'ampleur des coefficients obtenus lors de l'estimation des deux premières équations que dans le cas où ceux-ci ont connu des modifications. Par contre, nous analysons de manière détaillée les coefficients relatifs à la variable dépendante, qui décrit les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution, ainsi que les variables explicatives de la troisième équation du modèle.

Globalement, les résultats de l'estimation par la méthode des effets fixes correspondent à ceux obtenus lors de l'estimation de la première équation du premier modèle par les différentes méthodes employées. En effet, mis à part quelques différences dans les valeurs et la significativité des résultats obtenus, les signes restent inchangés. Pour cette raison, nous ne nous attarderons pas sur les explications qui les concernent. Néanmoins, il convient de décrire l'effet de la variable «dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution». L'effet obtenu est positif, tel que nous l'avons escompté, et significatif à 5%. Le résultat suggère qu'une augmentation de 1% des dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution engendre une augmentation de 0,05% des revenus des éco-industries.

Les estimations du deuxième modèle par les méthodes 3SLS et 3SLS itérative donnent des résultats relativement semblables, avec des effets assez similaires et des valeurs proches, mais avec quelques différences au niveau de la significativité des coefficients pour les deux dernières équations du modèle. Au niveau de la première équation, l'estimation par 3SLS ne donne aucun coefficient significatif avec des signes majoritairement contraires à nos attentes et aux résultats obtenus lors de l'estimation du premier modèle et de la première équation du deuxième modèle par la méthode des effets fixes. Nous ne prendrons, donc, pas en considération les résultats de cette estimation. L'estimation par la méthode des 3SLS itérative, quant à elle, donne des résultats généralement significatifs, mais comportant plusieurs valeurs dont le signe est non conforme à nos attentes et aux résultats obtenus précédemment.

Tout d'abord, nous commencerons par une analyse comparative des résultats de l'estimation de la première équation du modèle, celle qui explique les revenus de l'éco-industrie. L'introduction de la variable représentant les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution a engendré quelques modifications pour plusieurs variables. En effet, les revenus issus de la taxation de la pollution ont un impact négatif et significatif à 1% ce qui est contraire aux résultats antérieurs et à nos attentes. Ceci peut être expliqué par le fait que notre deuxième modèle comporte un biais de sélection relatif aux pays comme nous l'avons expliqué dans la section 3.1. Le signe du coefficient de la variable PIB par habitant a connu une légère modification, et est devenu significatif à 1%. Cette modification est liée au fait que les dépenses du gouvernement en matière de lutte contre la pollution sont aussi corrélées avec le PIB. Le coefficient de la variable indice d'ouverture garde le même effet contraire à nos attentes, sans doute pour les mêmes raisons expliquées précédemment. L'impact de la taille de la population urbaine s'est, quant à lui, accentué, tout en étant plus significatif.

Par ailleurs, la modification principale qui s'est opérée sur notre première équation et la prise en compte des dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution comme variable explicative. Celle-ci a l'effet attendu avec une significativité de l'ordre de 5% suite à l'estimation par 3SLS itérative. Plus explicitement, le résultat obtenu met en évidence qu'une variation de 1% des dépenses gouvernementales de lutte contre la

pollution engendre une variation, dans le même sens, de 0,02% des revenus de l'éco-industrie. La valeur du coefficient est inférieure à celle obtenue par la méthode en prenant en compte les effets fixes tout en ayant la même significativité. L'effet de la variable «Production des industries polluantes» peut s'expliquer par le fait que la variable représente la production, mais aussi les prix. Sachant que les prix sont influencés par plusieurs facteurs relatifs à l'offre, à la demande, à la taxation et aux prix des matières premières. Le choix de cette variable n'est pas optimal pour décrire l'impact de la production des industries polluantes sur les éco-industries. Il nous faudrait pour cela une variable qui puisse isoler la production en volume. Le changement du coefficient de l'indice de développement humain est, quant à lui, favorable. En effet, il est positif et significatif à 1%. Une variation de 0,01 de l'indice de développement humain engendre une variation, du même sens, de 6,33% sur les revenus des éco-industries. Néanmoins, il est important de signaler que la variation moyenne de l'IDH sur la période étudiée est de 0,0003. La modification la plus improbable est survenue sur les coefficients résultants de l'estimation de la variable pollution par habitant. Il y a eu un changement de signe contre-intuitif, mais significatif qui nous informe qu'une augmentation de la pollution par habitant d'une tonne de gaz à effet de serre exprimée en CO<sub>2</sub> entraîne une variation négative des revenus du secteur éco-industriel. Nous pensons que cet inversement d'impact est peut-être dû au fait que la pollution est aussi exprimée à travers son effet sur d'autres variables qui sont les revenus issus de la taxation de la pollution et les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution.

Nous entamons, maintenant, l'analyse comparative des résultats de l'estimation de la deuxième équation du modèle, celle qui traite la variable dépendante décrivant les revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution. Comme pour le premier modèle, nous présenterons, premièrement, les résultats qui n'ont pas connu de variations importantes. Par la suite nous analyserons les variables explicatives qui ont été affectées par l'introduction de la variable explicative dépendante représentant les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution.

Les coefficients de la variable « Ratio de la population urbaine » sont maintenant positifs et significatifs quelques la méthode d'estimation utilisée, confirmant ainsi nos



attentes. D'un autre côté, l'impact des coefficients de la variable représentant le nombre de traités multilatéraux portant sur la protection de l'environnement ratifié par pays est devenu contraire à nos attentes tout en ayant perdu en significativité. De même, la valeur du coefficient de la variable, décrivant la production en prix des industries les plus polluantes, est devenue positive et significative à 5%, suite aux estimations avec la méthode Iterative 3SLS. Ainsi, une augmentation de la production de 1% engendre une augmentation des revenus de l'éco-industrie de 0,03%.

Cependant, les coefficients du reste des variables ont connu des variations importantes. En effet, le coefficient de la variable «indice d'ouverture» a le signe inverse que celui trouvé lors de l'estimation du premier modèle et est significatif à 1%. Suite à ce résultat et à l'amélioration de la significativité, nous pouvons dire que l'indice d'ouverture a l'impact escompté sur les revenus gouvernementaux issus de la taxation de la pollution. De même, le coefficient de l'indice de développement humain est devenu significatif à 5% avec un signe négatif conformément à nos attentes lors de l'estimation par 3SLS. En effet, nous avons signalé que nous nous attendions à ce que l'impact de l'IDH sur les revenus gouvernementaux issus des taxes sur la pollution soit négatif, étant donné que la population d'un pays dont le niveau de développement est élevé, devrait polluer moins comme tel que décrit dans la section 4.2.2.2. Enfin, la variable «Pollution totale», dont le coefficient était significatif lors de l'estimation du premier modèle, est devenue non significative.

Dans les paragraphes qui vont suivre, nous analyserons les résultats de l'estimation de la troisième, et dernière équation du modèle, qui définissent les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution. Nous commencerons par exposer les résultats conformes à nos prédictions et significatifs. Par la suite nous étudierons le reste des coefficients obtenus et nous tenterons de les expliquer.

D'abord, les revenus gouvernementaux issus des taxes sur la pollution ont l'impact escompté lors de l'estimation par 3SLS. Les coefficients sont, en effet, significatifs à 10% et positif de telle sorte qu'une variation de 1% des revenus issus de la taxation de la pollution entraîne une variation 0,17% des dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution. Néanmoins, lors de l'estimation par 3SLS itérative, l'effet est

négatif est significatif à 1% contrairement à nos attentes. Ceci nous empêche, donc, de confirmer la présomption selon laquelle les taxes sur la pollution servent, au moins en partie, à financer la dépollution. La pollution totale par pays a l'effet attendu. Le coefficient de l'estimation de cette variable, par les méthodes 3SLS et Iterative 3SLS, est positif et significatif à 1%. De même, le résultat de l'estimation du PIB par habitant est positif et significatif à 5%, tel que nous l'avions prévu. Nous pouvons, donc, affirmer que les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution dépendent de la richesse de la population d'une nation. Enfin, le nombre de traités multilatéraux portant sur l'environnement ratifié par pays n'a pas l'effet escompté. Ceci peut, aussi, être dû au biais lié à notre deuxième échantillon.

Par ailleurs, l'indice de développement humain a l'effet prévu. Il est positif tel que pronostiqué et significatif de l'ordre de 5% lors de l'estimation par 3SLS et de 10% lors de l'estimation par 3SLS itérative. Le coefficient de la variable, qui décrit la production des industries les plus polluantes en prix, est, contre toute attente, négatif et significatif à 1%. Il est très difficile d'expliquer ce résultat vu qu'une augmentation de la pollution devrait automatiquement encourager les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution.

## Chapitre 6

### Discussions des résultats

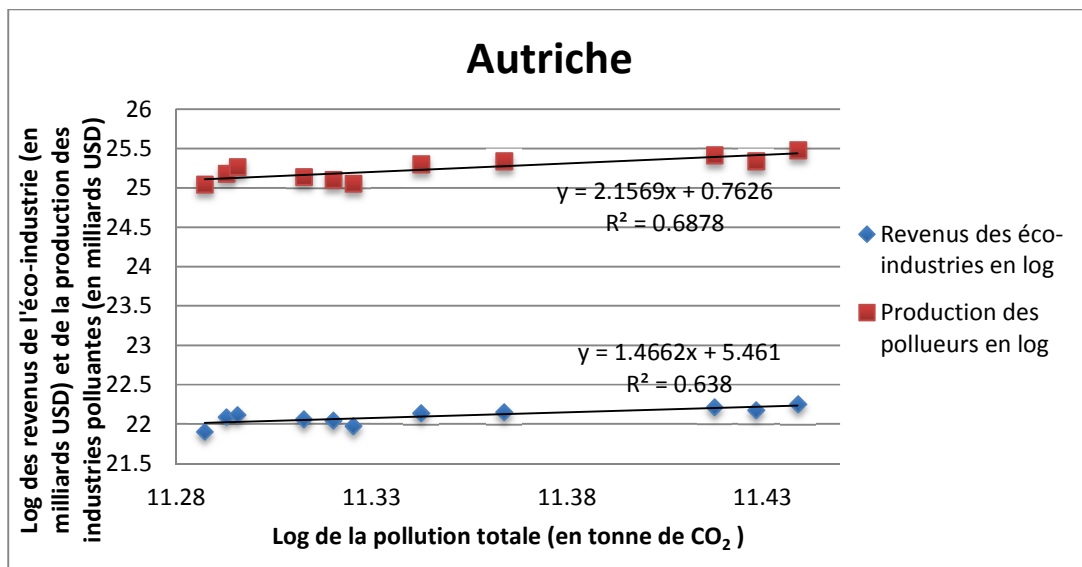
Ce mémoire tente d'étudier empiriquement les facteurs qui influencent le marché des éco-industries en prenant en considération les résultats des analyses théoriques trouvés dans la littérature. Dans ce chapitre, nous vérifierons si nos résultats empiriques sont conformes à ceux de la littérature, nous les analyserons et, dans le cas contraire, les expliquerons.

#### 6.1 Les entreprises polluantes comme facteurs d'expansion des éco-industries :

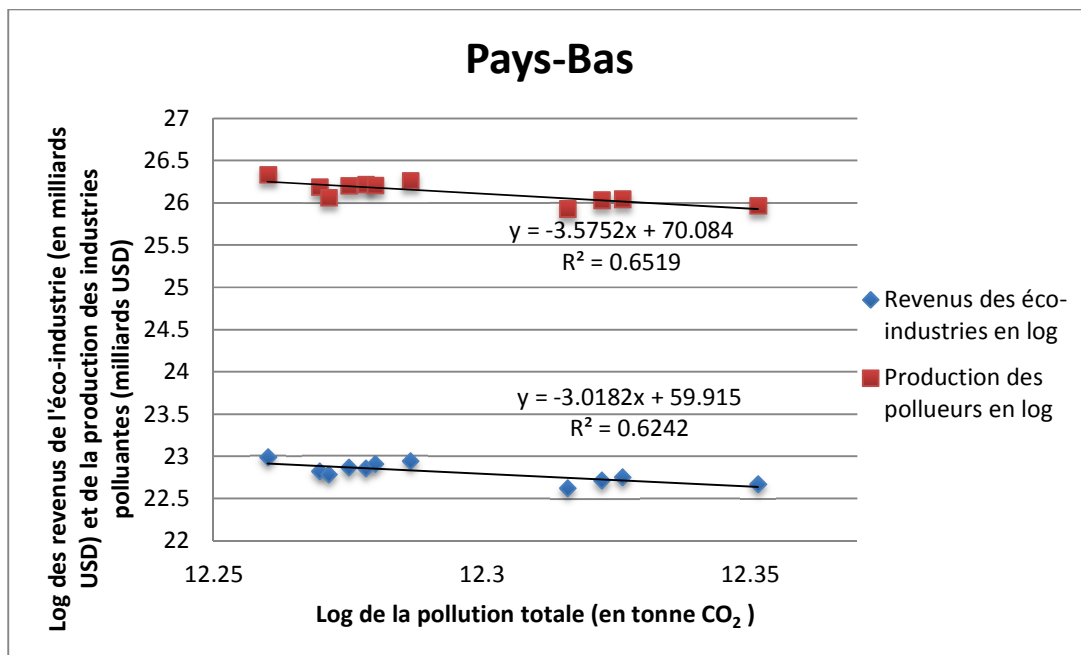
Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010) montrent que les entreprises polluantes comptent davantage sur une éco-industrie spécialisée pour les moyens nécessaires de contrôle des émissions. Ils montrent, aussi, que l'expansion du marché des produits de dépollution a été observée au côté d'une diminution du contrôle des rejets polluants par les firmes polluantes, qui se concentrent, ainsi, davantage sur leurs activités principales.

Nous avons essayé de tester empiriquement ce résultat à travers nos deux modèles économétriques. Mais nous pensons que la variable utilisée, qui est la production des industries les plus polluantes, est biaisée, ce qui a donné, dans la majorité des cas, des résultats contraires à ceux de la théorie. Néanmoins, nous confirmerons ou réfuterons les résultats des auteurs et les nôtres à travers une analyse graphique des données de cette variable, au côté des données relatives aux rejets de gaz à effet de serre exprimées en

tonne de CO<sub>2</sub> et aux données concernant les revenus des éco-industries. Dans le but d'avoir un bon moyen de comparaison, ces données seront exprimées en logarithme. Notre analyse se basera sur les pentes des courbes linéaires représentant les tendances telles qu'illustrées dans les deux graphiques suivants. Ce choix est motivé par le fait que ces deux pays représentent assez bien notre échantillon que ce soit dans le cas où les courbes étudiées sont croissantes ou décroissantes.



Graphique 2 : Log des revenus de l'éco-industrie et log de la production des industries polluantes en fonction du log de la pollution totale de l'Autriche.



Graphique 3 : Log des revenus de l'éco-industrie et log de la production des industries polluantes en fonction du log de la pollution totale des Pays-Bas.

Notre objectif est de déterminer si les industries polluantes font plus appel aux éco-industries pour dépolluer ou dépolluent plutôt à travers des divisions internes à l'entreprise. Pour confirmer cette théorie, on doit vérifier si l'augmentation de la pollution est accompagnée d'une augmentation de la production des industries polluantes et d'une augmentation, avec une proportion plus élevée par rapport à celle de la production, des revenus des éco-industries. Dans le cas d'une diminution, tel que pour les Pays-Bas, nous devrions avoir une proportion plus faible. Plus simplement, il faut que la pente de la tendance linéaire des revenus des éco-industries soit supérieure à celle de la production des pollueurs en prix. Pour établir notre analyse, nous avons choisi les pays formant notre deuxième échantillon, car ils sont facilement comparables.

Tableau 8 : Les pentes du log de la production des industries polluantes et du log des éco-industries des pays du deuxième échantillon

<b>Pays</b>	<b>Pente log Production des pollueurs</b>	<b>R<sup>2</sup> pente log production</b>	<b>Pente log Revenus des éco-industries</b>	<b>R<sup>2</sup> pente log Revenu</b>
<b>Autriche</b>	2,15	0,68	1,46	0,63
<b>Danemark</b>	-1,35	0,67	-0,64	0,64
<b>Finlande</b>	0,27	0,02	0,38	0,03
<b>France</b>	-6,3	0,39	-5,4	0,32
<b>Allemagne</b>	-1,62	0,51	-0,73	0,48
<b>Irlande</b>	6,35	0,92	5,06	0,76
<b>Italie</b>	3,26	0,93	3,41	0,94
<b>Pays-Bas</b>	-3,57	0,65	-3,01	0,62
<b>Norvège</b>	6,58	0,59	2,08	0,48
<b>Portugal</b>	0,99	0,79	1,83	0,79
<b>Espagne</b>	1,55	0,96	2,06	0,94
<b>Suède</b>	-3	0,75	-2,15	0,6
<b>Royaume-Uni</b>	-1,2	0,66	-2,28	0,75

Premièrement, l'analyse des graphiques nous montre une corrélation évidente entre les trois variables. En effet, les revenus de l'éco-industrie et la production des industries polluantes en prix évoluent dans le même sens, par rapport aux rejets de gaz à effet de serre, mais avec des pentes différentes. Les coefficients obtenus (tableau 7) suggèrent que les revenus des éco-industries évoluent de manière plus significative par rapport aux émissions de pollution que la production des industries polluantes<sup>12</sup>. Il faut néanmoins prendre en considération ces résultats avec beaucoup de précautions étant donné le faible nombre d'observations.

Ainsi, les résultats de Nimubona et Sinclair-Desgagné (2010) peuvent être en partie confirmés. En effet, les industries polluantes font davantage appel aux éco-

<sup>12</sup> Nous ne prenons en compte que les coefficients dont les R<sup>2</sup> sont supérieurs à 0,6 que nous supposons être suffisamment pertinents.

industries pour contrôler leurs rejets polluants conformément aussi aux résultats obtenus suite à la prise en compte des effets fixes des deux modèles.

## **6.2 L'influence des taxes sur la pollution sur le nombre des entreprises du secteur éco-industriel :**

Nous avons essayé de mesurer l'impact des taxes sur les émissions sur l'expansion des entreprises éco-industrielles. Pour cela, nos modèles ont pris en considération les revenus gouvernementaux issus des taxes sur les émissions polluantes de 25 pays, puis de 13 pays, et ce sur une période de 11 ans. Les résultats sont concluants et significatifs pour chacune des estimations du premier modèle et pour l'estimation du deuxième modèle en prenant en compte les effets fixes. Néanmoins, les résultats obtenus lors de l'estimation de notre deuxième modèle par la méthode des triples moindres carrés itérative sont non conformes à nos attentes et significatifs. Mais, étant donné le biais de sélection lié à l'échantillon du deuxième modèle, nous ne prendrons pas en compte ce résultat pour la suite de cette analyse.

Tout d'abord, les revenus de la taxation de la pollution ont un effet positif et significatif tel que trouvé dans la littérature. Une variation de 1% sur les revenus de la taxation des émissions polluantes entraîne une variation allant de 0,14% à 0,19% sur les revenus des éco-industries. Les taxes sur la pollution semblent, donc, être un excellent outil gouvernemental pour encourager les entreprises polluantes à dépolluer, encourageant par la même l'expansion des éco-industries. En effet, selon les hypothèses économiques, l'augmentation des revenus d'un secteur économique entraîne l'augmentation du nombre d'opérateurs sur ce même secteur dans un marché à entrée libre.

Ainsi, la taxation de la pollution a un impact important sur le nombre d'entreprises éco-industrielles et donc sur l'expansion du marché des éco-industries.

## **6.3 L'influence des taxes sur la pollution sur la production des éco-industries :**

Dans le chapitre 2, nous avons proposé de déterminer si l'expansion des entreprises éco-industrielles s'est accompagnée ou non, de façon identique, d'une

augmentation de la production en matière de biens et services de réduction de la pollution dans le but d'éliminer empiriquement l'ambiguïté des résultats théoriques proposés par David et al. (2007). Ces résultats stipulent qu'une augmentation des taxes sur la pollution à un certain point affecte positivement le nombre d'entreprises éco-industrielles, mais influence négativement la production totale du secteur (David, Nimubona, et Sinclair-Desgagné (2007)).

Néanmoins, limités par les données accessibles, il ne nous est pas possible de vérifier ces prédictions.

#### **6.4 Les subventions comme facteur important dans l'expansion des éco-industries :**

Dans ce mémoire, nous tentons aussi d'étudier, empiriquement, les effets des subventions sur les revenus des entreprises éco-industrielles, tout en déterminant la proportion et l'importance de ces effets sur l'expansion des firmes de l'éco-industrie. Nous avons, dans notre modèle économétrique, introduit la variable qui représente les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution en tant que proxy pour les subventions à la dépollution vu que nous pensons que ces deux facteurs devraient réagir de façon similaire par rapport aux autres variables dépendantes et indépendantes du modèle.

Nos résultats, suite à l'estimation de notre deuxième modèle, suggèrent que les subventions à la dépollution affectent positivement les revenus des éco-industries et donc l'industrie de l'environnement dans sa totalité, en prenant en compte l'hypothèse économique selon laquelle l'augmentation des revenus d'un secteur économique entraîne l'augmentation du nombre d'opérateurs sur ce même secteur dans un marché à entrée libre.

#### **6.5 La politique internationale au service de l'éco-industrie:**

Selon nos résultats, les traités environnementaux multilatéraux, portant sur la protection de l'environnement, ratifiés par pays ont une influence positive sur les outils réglementaires favorisant l'expansion des éco-industries lors de l'estimation de notre premier modèle. Ce qui n'est pas le cas lors de l'estimation du deuxième modèle.



Néanmoins, nous prendrons en considération davantage les résultats de l'estimation du premier modèle vu le biais de sélection qui affecte les résultats du second. Ainsi, les résultats suggèrent que plus le nombre de traité est élevé, plus les revenus de taxation de la pollution sont importants. De plus, nous avons vu, dans l'analyse idoine, que cet outil réglementaire a un impact positif important sur les revenus des éco-industries, favorisant ainsi son expansion.

## **6.6 Les autres facteurs et les éco-industries :**

Dans cette étude, nous avons aussi tenté d'identifier certains des facteurs qui influencent le marché des éco-industries. Nous avons, pour cela, choisi des variables économiques et institutionnelles dont nous supposons l'impact sur l'éco-industrie que ce soit de façon directe ou indirecte, à travers leurs effets sur les outils réglementaires qui sont les taxes sur la pollution et les subventions à la dépollution. Dans cette partie, nous analyserons le reste des variables qui n'ont pas été prises en compte dans notre revue de littérature. Nous commencerons d'abord par les variables économiques qui sont : le PIB par habitant et l'indice d'ouverture. Puis, nous passerons à l'analyse des variables institutionnelles qui sont : la taille de la population urbaine et l'indice de développement humain. Et enfin, nous résumerons les résultats relatifs à l'effet de la pollution par habitant et par pays.

Les résultats de l'estimation des deux modèles concernant l'impact du PIB par habitant ne sont pas convaincants. Ceci peut être dû au fait que cette variable est corrélée avec l'indice de développement humain. Nous ne pouvons donc pas en tirer des conclusions.

La variable «indice d'ouverture» n'a pas non plus donné les résultats attendus mais, les coefficients obtenus ont été négatifs et significatifs dans la majorité des cas, concernant l'effet de ce facteur sur les revenus de l'éco-industrie. Comme exposé précédemment, ceci peut s'expliquer par la théorie du «pollution heaven».

L'urbanisation a un effet positif sur les revenus de l'éco-industrie et sur les revenus de la taxation de la pollution à chaque fois que le coefficient est significatif à 1%, tel que prévu. Ces résultats impliquent que l'urbanisation engendre de la pollution, mais

vu qu'elle est surtout importante dans des pays plutôt développés, elle engendre également un plus grand marché de biens et services de réduction de la pollution.

L'indice de développement humain est, aussi, un facteur influent. En effet, les coefficients obtenus suggèrent un impact positif sur les revenus de l'éco-industrie et négatif quand le résultat est significatif à 1% sur celui des revenus issus de la taxation de la pollution, conformément à nos attentes. De même que pour son effet sur les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution. Ainsi, nous pouvons dire qu'un indice de développement humain est généralement accompagné d'un niveau de pollution faible et d'une industrie environnementale développée.

La variable «pollution totale par pays», que nous avons choisie pour mesurer l'impact de la pollution sur les revenus issus de la taxation de la pollution et les dépenses gouvernementales de lutte contre la pollution, a une influence positive et significative telle que nous l'avions prévu. En outre, la variable pollution par habitant a réagi tel que prévu dans la majorité des cas, mais d'une manière contraire à nos attentes lors de l'estimation du deuxième modèle par la méthode des 3SLS itérative. Cela pourrait être dû à un biais tel que nous l'avons expliqué à la section précédemment. Néanmoins, nous pouvons affirmer que cette variable a eu l'influence positive avec un coefficient significatif, comme prédit.

Nous pouvons dire que la pollution est positivement corrélée à nos trois variables dépendantes. Il faut, néanmoins, prendre en considération le fait que les pays de notre échantillon sont tous des pays membres de l'OCDE et/ou de l'Union Européenne qui se sont engagés dans plusieurs programmes de dépollution ce qui n'est pas le cas de plusieurs autres pays.

## Chapitre 7

### Conclusion

Ce mémoire représente une première étude empirique qui analyse le marché des éco-industries. En effet, l'objectif principal du mémoire est de déterminer empiriquement les facteurs réglementaires qui influencent le secteur des éco-industries qui sont les taxes sur la pollution et les subventions à la dépollution. Les objectifs secondaires sont d'identifier certains des facteurs économiques, institutionnels et de mesure de la pollution qui ont un impact sur les éco-industries et les outils réglementaires idoines. Au terme de ce mémoire, nous pouvons affirmer que notre analyse contribue à la littérature déjà existante sur les éco-industries en apportant une preuve empirique de la relation entre les taxes sur la pollution, les subventions à la dépollution et le marché des éco-industries.

Essentiellement, l'étude s'est basée sur l'analyse des résultats de deux modèles économétriques. Le premier comportait deux équations et ne prenait pas en considération les subventions à la dépollution. Son estimation a été faite par la méthode des doubles moindres carrés, la méthode des triples moindres carrés, la méthode des triples moindres carrés itérative et par la méthode des moindres ordinaires prenant ainsi en compte les effets fixes sur une base de données de 25 pays membres de l'OCDE et ce entre 1995 et 2005. Le deuxième modèle comportait trois équations et prenait en compte les subventions à la dépollution. L'estimation de ce dernier a été faite par la méthode des triples moindres carrés, la méthode des triples moindres carrés itérative et par la méthode des moindres ordinaires prenant ainsi en compte les effets fixes sur un échantillon de 13 pays membres de l'Union européenne. Par contre, les modèles économétriques n'ont pas

donné de résultats satisfaisants par rapport à certaines variables explicatives. Nous avons, alors, décidé de les approximer en utilisant une analyse graphique dans le chapitre 6.

Les résultats trouvés, en rapport avec les outils réglementaires, sont conformes à ceux escomptés que ce soit dans la littérature ou au début de l'étude. En effet, les coefficients obtenus nous permettent de dire que les outils réglementaires ont un effet positif sur l'évolution du marché des éco-industries confirmant, ainsi, certaines des prévisions théoriques présentées dans la revue de la littérature. Néanmoins, d'après nos données, l'effet de la taxation de la pollution est plus important que celui de la subvention à la dépollution.

Globalement, les variables explicatives choisies sont pertinentes, bien que les résultats obtenus par l'estimation des modèles économétriques ne confirment pas toujours nos attentes. Les principales conclusions à retenir sont que l'indice d'ouverture, la production des industries polluantes, la taille de la population urbaine, l'indice de développement humain, le nombre de traités multilatéraux, portant sur l'environnement, ratifiés par pays, la pollution par habitant et la pollution par pays sont positivement corrélés aux revenus des éco-industries et qu'ils participent, donc, à l'expansion du marché éco-industriel directement et/ou indirectement, c'est-à-dire à travers leurs influences sur les outils réglementaires qui sont les taxes sur la pollution et les subventions à la dépollution.

Les revenus des taxes sur la pollution sont positivement affectés par le PIB/habitant, la taille de la population urbaine, l'indice d'ouverture, la production des industries polluantes, la pollution totale et le nombre de traités multilatéraux, portant sur l'environnement, ratifiés par pays. Parmi nos variables, ces revenus de taxation ne sont influencés négativement que par l'indice de développement humain.

Les subventions à la dépollution sont, quant à elles, corrélées positivement avec le PIB/habitant, l'indice de développement humain.

Malgré la pertinence de la majorité des résultats obtenus, il convient de rester prudent face aux données utilisées. En effet, les banques de données disponibles ne nous donnent pas l'accès aux informations à la fois complètes et élargies sur l'ensemble des

pays et les proxys utilisés peuvent ne pas réagir de la même manière que les variables qu'elles remplacent. L'étude est, cependant, bien fondée et novatrice. Effectivement, il s'agit du premier travail effectué à partir d'une analyse empirique du marché de l'éco-industrie au niveau des pays membres de l'OCDE, mais, avec précaution toutefois, extrapolable au niveau mondial.

Il serait intéressant de refaire l'étude avec une meilleure base de données afin d'obtenir une pertinence accrue. On pourrait, également, prendre en compte les revenus de l'éco-industrie afin de vérifier l'existence d'un lobbying éco-industriel et d'évaluer son impact sur les facteurs réglementaires de cette étude. Le modèle pourrait, avec un meilleur accès aux données, être plus robuste s'il était possible de mettre au point un indice qui représenterait la totalité des dépenses, des entreprises privées, liées aux restrictions environnementales des gouvernements, telles que les licences, les amendes et bien sûr les taxes. Aussi, un accès à des données plus précises et mieux détaillées nous permettra de vérifier plusieurs des pronostics de la littérature théorique. Par exemple, des données relatives aux bénéficiaires des subventions gouvernementales de lutte contre la pollution confirmeront ou contrediront les prédictions de David et Sinclair-Desgagné (2006), selon lesquelles les subventions n'atteignent un niveau optimal de dépollution que dans le cas où elles sont accordées aux éco-industries. Ou encore des données relatives à la production des éco-industries pourront être utilisées pour déterminer l'effet d'un certain niveau de taxe sur la pollution sur la production et le nombre d'entreprises de l'éco-industrie afin de vérifier les résultats théoriques de David, Nimubona, et Sinclair-Desgagné (2007). Les fusions-acquisitions pourront, tout aussi bien, être étudiées empiriquement dans le but d'en analyser les causes et les conséquences sur le marché des éco-industries et sur la production.

Les études empiriques portant sur l'éco-industrie restent rares. En outre, il faut tout de même garder en mémoire que l'éco-industrie, même si son objectif est de réduire la pollution, émet aussi de la pollution.



## **Annexes :**

### **Annexe 1 : Liste de pays du premier modèle économétrique**

Autriche

Canada

République tchèque

Danemark

Estonie

Finlande

France

Allemagne

Hongrie

Islande

Irlande

Italie

Japon

Corée du Sud

Pays-Bas

Nouvelle-Zélande

Norvège

Pologne

Portugal

Slovaquie

Espagne

Suède

Suisse

Royaume-Uni

États-Unis

## **Annexe 2: Liste des pays du deuxième modèle économétrique**

Autriche

Danemark

Finlande

France

Allemagne

Irlande

Italie

Pays-Bas

Norvège

Portugal

Espagne

Suède

Royaume-Uni



### Annexe 3: Liste des traités multilatéraux portant sur l'environnement:

- Traité - Antarctique
- Conv. - Protection de l'environnement nordique
- Conv. - Coopération transfrontalière des collectivités ou autorités territoriales
- Conv. - du Bénélux sur la conservation de la nature et la protection des paysages
- Conv. - Contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination
- Accord - Coopération transfrontière pour prévenir et limiter, en cas d'accident, les conséquences dangereuses pour la santé, la propriété et l'environnement
- Conv. - Évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière
  - Amendement
- Conv. - Protection des Alpes
- Conv. - Effets transfrontaliers des accidents industriels
- Accord nord américain de coopération dans le domaine de l'environnement
- Traité - Charte sur l'énergie
- Accord - Coopération transfrontalière
- Conv. - Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP)
  - Protocole (financement du programme EMEP)
  - Protocole (réduction des émissions de soufre ou de leurs flux transfrontières d'au moins 30 %)
  - Protocole (lutte contre les émissions d'oxydes d'azote ou de leurs flux transfrontaliers)
  - Protocole (lutte contre les émissions des composés organiques volatiles ou de leurs flux transfrontaliers)
  - Protocole (nouvelle réduction des émissions de soufre)
- Conv. - Protection de la couche d'ozone
- Conv. - Convention-cadre sur les changements climatiques
- Conv. - Polluants organiques persistants
- Accord - Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution
- Conv. - Protection du Rhin contre la pollution chimique
- Conv. - Protection du Rhin contre la poll. par les chlorures (modifiée par échanges de lettres)
- Conv. - Protection du Rhin
- Conv. - Responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire
  - Conv. complémentaire
  - Protocole commun relatif à l'application des Conventions de Vienne et de Paris
- Conv. - Responsabilité civile dans le domaine du transport maritime de matières nucléaires
- Conv. - Notification rapide d'un accident nucléaire
- Conv. - Assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique
- Conv. - Sûreté nucléaire
- Conv. - Prévention de la pollution des mers par les hydrocarbures
- Conv. - Conseil international pour l'exploration de la mer
- Conv. - Intervention en haute mer en cas d'accident entraînant ou pouvant entraîner une pollution par les hydrocarbures (INTERVENTION)
  - Protocole (substances autres que les hydrocarbures)

Conv. - Responsabilité civile pour les dommages dus à la poll. par les hydrocarbures (CLC)  
Conv. - Prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets (LC)  
    Protocole - Prévention de la pollution par les navires (MARPOL PROT)  
Conv. - Protection du milieu marin dans la zone de la mer Baltique  
Conv. - Protection de la mer Méditerranée contre la pollution  
    Accord - Aux fins des dispositions de la convention sur la conservation et la gestion des stocks chevauchants et de poissons grands migrants  
Memorandum d'entente sur le contrôle par l'État du port  
Conv. - Protection et mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes  
Accord - Coop. contre la poll. mer du Nord par les hydrocarbures et autres subst. dangereuses  
Conv. - Protection des ressources naturelles et de l'environnement de la région du Pacifique Sud  
Conv. - Assistance  
Conv. - Préparation, lutte et coopération en matière de pollution par les hydrocarbures (OPRC)  
Conv. - Circulation routière  
Accord - Transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)  
Conv. - Protection des animaux en transport international  
Conv. - Sécurité des conteneurs (CSC)  
Conv. - Responsabilité internationale pour les dommages causés par les objets spatiaux  
Conv. - Sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique

## Bibliographie :

Barde, J.P. et O. Honjatkia (2004), « Environmentally harmful subsidies, » chapitre 7 de *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2004/2005* (T.Tietenberg and H.Folmer, eds.), Edward Elgar. Baumol, W.J., 1995. Environmental industries with substantial start-up costs as contributors to trade competitiveness. *Annual Review of Energy and the Environment* 20, 71-81.

Berg, D.R., G. Ferrier et J. Paugh. 1998. « The U.S. Environmental Industry. » US Department of Commerce-Office of Technology Policy.

Beckerman, W., (1992). “Economic growth and the environment: Whose growth? Whose the environment?” *World Development*, Volume 20, Numéro 4, p 481-496.

Blocki, Stephen W. (2002), “Outsourcing environmental compliance,” *Chemical Engineering of Management Perspectives* 23: 45-62

Canton, J. (2007). «Environmental Taxation and International Eco-industries», *Nota di lavoro*, 26.2007

Conrad, K. (1993), “Taxes and subsidies for pollution-intensive industries as trade policy,” *Journal of Environmental Economics and Management* 25:121-135

David, M., A. Nimubona, B. Sinclair-Desgagné (2010) «Emission taxes and the market for abatement goods and services» *Resource and Energy Economics*, 33 (2011)179-191

David, M., A. Nimubona, B. Sinclair-Desgagné (2007) «Environmental Taxation and the Structure of the Eco-industry», *INRA, AgroParisTch, cahiers de recherche* 2007-02

David, M., B. Sinclair-Desgagné (2007), «Revisiting the environmental subsidy in the presence of an eco-industry» *Ecole Polytechnique: Centre national de la recherche scientifique, cahier n:2007-08*

David, M., B. Sinclair-Desgagné (2010) «Pollution Abatement Subsidies and the Eco-Industry» *Environmental and Resource Economics*, Volume 45, Number 2, 271-282

Environmental business international, INC (2011) «EBI REPORT 2020: The U.S. Environmental Industry & Global Market»

Ernst and Young's (2006) «Report to the DG-Environment of the European Commission»

Eurostat, «Environnement». En ligne.  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/introduction> (réf. du 26 Mars 2012)

Feess, E., Muehlheusser, G. 1999. Strategic environmental policy, international trade, and the learning curve: the significance of the environmental industry. *Review of Economics* 50 (2), 178-194.

Feess, E., Muehlheusser, G. 2002. Strategic environmental policy, international trade, and the learning curve. *Environmental and Resource Economics* 23, 149-166.

Ferrier, G. (2010). "The evolution of the environment industry in the post-NAFTA era in Mexico". *International Environment Agreements : Politics, Law and, Economics*. Springer, Volume 10, Numéro 2, p. 147-256.

Fullerton, D. et R.D. Mohr (2002), "Suggested subsidies are suboptimal unless combined with an output tax," NBER Working Paper no. 8723.

Heston, A., R. Summers et B. Aten. (2009). "Penn World Table Version 6.3", Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania. En ligne.  
[http://pwt.econ.upenn.edu/php\\_site/pwt63/pwt63\\_form.php](http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt63/pwt63_form.php). (réf. 22 mai 2010)

International Monetary Fund. (2010). « World Economic Outlook Database ». En ligne.  
<http://www.imf.org/external/ns/cs.aspx?id=28> (réf. du 19 Mars 2012)

Kohn, R.E. (1992), « When subsidies for pollution abatement increase total emissions, » *Southern Economic Journal* 59(1): 77-87.

Kohn, R.E. (1991), "Porter's combination of tax and subsidy for controlling pollution," *Journal of Environmental Systems* 20(3): 179-188.

Lerner, A.P. (1972), "Pollution abatement subsidies," *American Economic Review* 62(5): 1009-1010.

Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities (2007), «THE EU ECO-INDUSTRY»

Miladin, J. (2005), "Water assessments: in serch of hidden dividens," *Chemical Engineering* (December).

Nimubona, A., B. Sinclair-Desgagné (2010) «Polluters and Abaters» *Sustainable development series, 146.2010*

Organisation de Coopération et de Développement Économiques. (1999). «The Environmental Goods & Services Industry». Manual for data Collection and Analysis [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/EPEA/EnvIndustry\\_Manual\\_for\\_data\\_collection.PDF](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/EPEA/EnvIndustry_Manual_for_data_collection.PDF)

Organisation de Coopération et de Développement Économiques. « Données OCDE sur l'environnement ». En ligne. [http://www.oecd.org/document/0,3746,fr\\_2649\\_201185\\_46462787\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/0,3746,fr_2649_201185_46462787_1_1_1_1,00.html) (réf. du 19 Mars 2012)

Pigou, A.C. (1920), *The Economics of Welfare*, London: Macmillan

Plourde, S. (2011), Mémoire intitulé «L'hypothèse de Porter et l'éco-industrie» *HEC Montréal, Février 2011*

Programme des Nations Unies pour le développement. « Indicateurs internationaux de développement humain ». En ligne. <http://hdr.undp.org/fr/donnees/tendances/> (réf. du 3 Avril 2012).

Requate, T. (2005). "Commitment and timing of environment policy, adoption of new technology, and repercussion on R&d". *Environmental and Resource Economics* Volume 31, Numéro 2. P 175-199.

Sinclair-Desgagné, B. (2008) «The Environmental Goods and Services Industry» *International review of environmental and resource Economics, 2008, 2:69-99*

Shelley S. (1997), "Outsourcing's rising tide," *Chemical Engineering* (April 1997)

Stranlund, J.K. (1997), "Public technological aid to support compliance to environmental standards," *Journal of Environmental Economics and Management* 34: 228-239.

Umed,T. (2006) «Pollution haven hypothesis or factor endowment hypothesis: Theory and empirical examination for the us and china». Prague, March 2006

Zhang , Z. (2007). « China is moving away the pattern of develop first and then treat the pollution". *Energy Policy*, Volume 35, Numéro 7, p. 3547-3549.

Zhang , Z. (2008). « Asian energy and environmental policy: Promoting growth while preserving the environment". *Energy Policy*, Volume 36, Numéro 10, p. 3905-3924