



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

Document de travail

ETUDES – METHODES – SYNTHESSES



Les réglementations environnementales ont-elles un effet sur le commerce extérieur de l'industrie française ?

SERIE ETUDES
05 - E01

SÉBASTIEN RASPILLER, NICOLAS RIEDINGER,
ET CELINE BONNET

Site internet : <http://www.ecologie.gouv.fr>
20 avenue de Ségur – 753002 Paris 07 SP

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION

II - REVUE DE LA LITTERATURE EMPIRIQUE

III - DONNEES ET STATISTIQUES DESCRIPTIVES

1. Les échanges de produits industriels
2. Les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales
3. Mise en regard des échanges de produits industriels avec les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales

IV – RESULTATS

1. Solde commercial
2. Exportations et importations séparées

V – BIBLIOGRAPHIE

Annexe 1 : Statistiques descriptives

Annexe 2 : Typographie des secteurs selon leur degré de mobilité

RÉSUMÉ

Les réglementations environnementales entraînent des coûts qui ne sont pas négligeables dans les industries les plus polluantes, ce qui peut faire craindre leur fuite vers les pays les plus laxistes (hypothèse du havre de pollution). Nous cherchons à évaluer ici dans quelle mesure l'évolution des coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales supportés par les différentes industries explique celle de leur solde commercial. Il s'agit de la première étude de ce type sur données françaises, les autres ayant porté exclusivement sur les Etats-Unis à notre connaissance. Nous expliquons l'évolution entre 1995 et 2001 du solde commercial de 54 industries par celles des coûts antipollution, des droits de douanes et des intensités des facteurs de production. Les résultats des estimations conduisent à conclure à l'absence d'influence significative des coûts antipollution sur le solde commercial, qu'il soit mesuré avec le reste du monde, avec les pays n'appartenant pas à l'Union européenne ou ceux n'appartenant pas à l'OCDE. Néanmoins, pour ces deux dernières catégories de pays, cette absence d'effet sur le solde masque une corrélation partielle positive entre les coûts antipollution et, à la fois, les exportations et les importations.

I – INTRODUCTION

La mise en place de réglementations environnementales ambitieuses se heurte souvent à la conjecture du « havre de pollution », i.e. à la crainte d'une fuite des industries intensives en pollution vers les pays les plus laxistes en matière environnementale. Ces réglementations engendrent en effet des coûts pour les entreprises, qui, s'ils restent modestes à un niveau agrégé, ne sont pas négligeables dans certains secteurs.

Dans une précédente étude, nous réfutons l'idée d'une influence significative des différences de sévérité environnementale sur les décisions prises par les groupes français concernant la localisation, à l'étranger, de leurs activités industrielles (Raspiller et Riedinger, 2004). Plus précisément, nous montrions que les activités les plus intensives en pollution tendent à être implantées dans les pays relativement les plus sévères en la matière, et ce résultat n'était pas remis en cause par la prise en compte de l'hétérogénéité géographique des coûts unitaires des facteurs. La présente étude offre un éclairage complémentaire, avec une approche davantage macro-économique. Elle a pour objet de déterminer dans quelle mesure l'évolution des coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales qui pèsent sur les différents secteurs de l'industrie peut expliquer celle de leur solde commercial. La dimension ainsi explorée est d'une certaine manière orthogonale à celle de notre précédente étude, dans la mesure où cette dernière se focalisait sur le choix du pays de localisation parmi les filiales implantées à l'étranger, mais n'expliquait pas la décision de s'implanter à l'étranger plutôt qu'en France.

Nous inscrivons notre travail dans la lignée de plusieurs études similaires effectuées sur données américaines. A notre connaissance, il s'agit de la première de ce type réalisée pour la France. Nous mettons en regard l'évolution du solde commercial d'une soixantaine de secteurs industriels entre 1995 et 2001 avec celle de leurs coûts de protection de l'environnement, en contrôlant des droits de douanes et de l'intensité en différents facteurs de production. L'analyse économétrique conduit à conclure à l'absence d'effet statistiquement significatif des réglementations environnementales sur le solde commercial, que ce soit avec le reste du monde ou en se restreignant aux pays hors Union européenne ou hors OCDE. Par ailleurs, le traitement de l'endogénéité éventuelle des réglementations environnementales ne remet pas en cause ce résultat, qui contraste avec ceux des dernières études réalisées sur données américaines.

Dans ce qui suit, nous présentons d'abord la méthodologie, les résultats et les limites de ces derniers travaux. Puis, nous décrivons les données utilisées et enfin présentons et discutons les résultats obtenus ici.

II – REVUE DE LA LITTERATURE EMPIRIQUE

Cette section est consacrée à la présentation des études empiriques ayant mis en regard, au niveau sectoriel, l'évolution des coûts de mise en conformité aux régulations environnementales avec celle des échanges commerciaux. Les études mentionnées ici reposent toutes sur les données américaines. Les États-Unis sont en effet le seul pays à avoir collecté des données sur les dépenses anti-pollution sur une période de temps importante. La question analysée est alors de savoir si les États-Unis, pays supposé implicitement être plus sévère que ses partenaires commerciaux en matière d'environnement, sont - ou tendent à devenir, à mesure que les marchés s'ouvrent - spécialisés en produits peu intensifs en pollution. Les études tentent d'y répondre en régressant typiquement le solde commercial par produit (en général rapporté à la production domestique) sur les dépenses environnementales (en général rapportées à la valeur ajoutée, plus rarement à la production) en contrôlant de certaines caractéristiques sectorielles (telles que les parts des coûts des différents facteurs de production dans la valeur ajoutée ou les droits de douane)¹.

Dans la littérature, la spécification traditionnelle consiste à expliquer le solde commercial ($X_{it} - M_{it}$) rapporté à la valeur ajoutée (VA_{it}) par les coûts environnementaux (E_{it}), les droits de douane (τ_{it}), un vecteur d'intensité des facteurs (F_{it}^n) ainsi que des effets fixes sectoriels (u_i) et temporels (δ_t) :

$$\frac{X_{it} - M_{it}}{VA_{it}} = \alpha_1 \frac{E_{it}}{VA_{it}} + \alpha_2 \tau_{it} + \beta_t F_{it}^n + u_i + \delta_t + \varepsilon_{it}.$$

Kalt (1988) effectue une telle régression en différences entre 1967 et 1977 en distinguant soixante-dix-huit secteurs. Il obtient une relation significativement négative entre exportations et dépenses environnementales lorsqu'il exclut de son analyse les industries extractives, ce qui semble légitime, la localisation de ces activités étant évidemment déterminée par celle des ressources naturelles correspondantes. Grossman et Krueger (1993), quant à eux, examinent les échanges entre les États-Unis et le Mexique réalisés en 1987. Ils concluent à un effet à la fois quantitativement faible et statistiquement non significatif des coûts de mise en conformité aux régulations environnementales.

Ces travaux fondateurs souffrent toutefois de défauts méthodologiques. Des travaux plus récents s'emploient à corriger certains de ces défauts. Un premier problème susceptible de masquer l'effet des régulations environnementales réside dans l'agrégation des échanges commerciaux sans distinguer les pays avec lesquels ils s'effectuent. La plupart des échanges sont en effet réalisés entre pays développés, qui appliquent des régulations environnementales relativement comparables. Ederington et al. (2005) détectent ainsi un impact significatif des régulations environnementales sur le commerce des États-Unis avec les pays non membres de l'OCDE, alors qu'ils obtiennent un résultat non significatif en considérant les échanges dans leur totalité. Cette étude tient compte

¹ Bien que l'intuition à la base de telles régressions paraisse assez claire, leurs fondements théoriques ne le sont pas forcément. Dans une revue de la littérature empirique relative au commerce international, Leamer et Levinsohn (1995) montrent en particulier qu'elles ne constituent pas des tests valides du modèle Heckscher-Ohlin-Vanek.

également des différences de mobilité entre industries, différences ignorées la plupart du temps. Elle met ainsi en évidence que les industries les plus polluantes sont aussi les moins mobiles².

Un autre problème est celui de l'endogénéité des coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales, qui peut survenir si les gouvernements tendent à être moins sévères avec leurs industries les moins compétitives. Deux études ont recouru à l'emploi de variables instrumentales pour traiter ce biais, mais les variables retenues paraissent contestables dans les deux cas. Ederington et Minier (2003) instrumentent ainsi par la taille du secteur, un indice de concentration, le taux de syndicalisation, le taux de chômage, les variations passées des taux de pénétration³ et de croissance ainsi qu'un indicateur du commerce total. Il y a cependant peu de raisons de penser que de telles variables n'agissent sur les performances commerciales qu'à travers leur effet sur les réglementations environnementales, comme des variables instrumentales le devraient théoriquement. De plus, leurs résultats impliqueraient qu'une hausse de 1% des dépenses environnementales entraîne une baisse de 30% du taux de pénétration, ce qui semble peu réaliste. Levinson et Taylor (2004) exploitent, quant à eux, l'hétérogénéité des réglementations environnementales entre États américains en supposant l'exogénéité de la distribution géographique des industries. Cette hypothèse est également douteuse, la plupart des travaux sur le sujet mettant en fait en évidence une influence significative des réglementations environnementales sur la localisation à l'intérieur des États-Unis⁴. En outre, la compatibilité interne de leurs instruments est statistiquement rejetée.

² Grether et de Melo (2003) le signalent également, mais avec une méthodologie différente.

³ Le taux de pénétration se définit comme le ratio des importations à la consommation domestique.

⁴ Cf. Baron et Riedinger (2004).

III – DONNEES ET STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Cette section est consacrée à la présentation des données utilisées lors de l'analyse. Cette présentation sera l'occasion de fournir des éléments descriptifs sur l'évolution des coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales supportés par les entreprises.

1. Les échanges de produits industriels

Nous exploitons ici les fichiers administratifs des douanes françaises⁵. Ces fichiers renseignent de manière exhaustive les échanges commerciaux réalisés par les entreprises françaises avec l'extérieur. Pour chaque flux d'échange sont indiqués le pays d'origine ou de destination, ainsi que le type de produit échangé au niveau NES114. Nous utilisons les fichiers des douanes renseignant les échanges commerciaux réalisés en 1995 et 2001 (cf. section 2.2). Pour ces deux années, nous avons agrégé les importations et les exportations par secteur au niveau NES114. Nous avons ensuite calé ces agrégats sur ceux établis par la Comptabilité Nationale. Nous avons alors distingué différents cas au niveau des pays d'origine ou d'arrivée des échanges. Les catégories sont les suivantes : pays membres de l'OCDE et pays non membres, pays membres de l'UE et pays non membres, et enfin pays membres de l'OCDE non membres de l'UE. Quelques statistiques descriptives sont présentées à ce propos dans l'annexe 1⁶.

En premier lieu, nous constatons une forte prédominance des pays de l'Union européenne dans les échanges commerciaux (plus de 60% des échanges en 2001). La part de l'Union européenne augmente par ailleurs entre 1995 et 2001 d'environ cinq points. La part des pays restants de l'OCDE augmente elle aussi sur cette période, au détriment des pays non membres de l'OCDE. A de rares exceptions près (habillement et fourrures - C11 - et construction navale - E11 - notamment), cette structure géographique des échanges commerciaux se retrouve au niveau sectoriel.

En second lieu, certains secteurs ont vu la structure de leurs échanges commerciaux fortement évoluer entre 1995 et 2001. Parmi les secteurs ayant vu leur solde le plus augmenter, nous retrouvons le secteur automobile et des secteurs à forte composante technologique (fabrication d'appareils de réception ou de matériel médicochirurgical). Parmi les secteurs ayant vu leur solde le plus diminuer, nous retrouvons sans surprise les secteurs du textile, mais également des secteurs à plus forte composante technologique tels que la fabrication de matériel informatique ou l'horlogerie, en raison d'une très forte augmentation des importations sur la période.

Enfin, nous disposons aussi des droits de douane perçus par secteur au niveau NES36. Ces données sont fournies par la Comptabilité Nationale chaque année. Afin d'obtenir des droits de douane unitaires, nous avons simplement divisé les montants agrégés par le montant total des importations en provenance des pays non membres de l'UE. Nous obtenons ainsi des montants unitaires moyens de droits de douane, présentés eux aussi dans l'annexe 1.

⁵ Nous remercions Brahim Laouisset de nous les avoir fournis.

⁶ Dans tout ce qui suit, les secteurs F53, F54 et F56 ont été omis de l'analyse, aucun échange commercial n'ayant lieu pour ces secteurs. Les industries d'extraction (F11 et F12) ainsi que l'industrie du tabac (B06) sont également omises, certaines variables utiles à l'analyse n'étant pas disponibles (coût de transport notamment).

2. Les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales

L'intensité en pollution des produits est mesurée à partir des coûts de protection de l'environnement rapportés à la production. L'information sur la production provient des comptes nationaux. Nous exploitons en outre les enquêtes annuelles sur les investissements de protection de l'environnement (dites Antipol) réalisées depuis 1992, les enquêtes complémentaires réalisées en 1995 et 2001 sur les dépenses courantes associées, ainsi que les données issues des « Données économiques de l'environnement » sur la période 1981-1991. Relatives à des établissements, ces données sont agrégées par secteur au niveau NES114. Sont pris en compte dans les coûts de protection de l'environnement les dépenses courantes (D^E) ainsi que le coût d'usage du capital anti-pollution (K^E) :

$$c_{i,FR}^E = C_{i,FR}^E / Q_i \text{ avec } C_{i,FR}^E = D_{i,FR}^E + c_K K_{i,FR}^E.$$

Le stock de capital anti-pollution $K_{i,FR}^E$ représente de manière classique la somme actualisée des investissements anti-pollution passés. Le coefficient d'actualisation est lié au taux de dépréciation du capital. Le stock de capital est calculé à partir de la méthode de l'inventaire permanent appliquée aux investissements réalisés depuis 1981. Comme ces données ne sont disponibles au niveau sectoriel qu'à partir de 1992, nous supposons pour les années antérieures une évolution uniforme entre industries. Le taux de dépréciation est fixé à 12%, ordre de grandeur typique pour les installations techniques (cf. Hulten et Wycoff, 1981). Sont inclus non seulement les investissements de bout de chaîne mais aussi les investissements pour changement de procédé, à hauteur de leur part imputable à la protection de l'environnement (cf. encadré 1). Nous fixons par ailleurs le coût unitaire du capital c_K à 18% du prix de l'investissement⁷. Les dépenses courantes $D_{i,FR}^E$ représentent les coûts de fonctionnement liés aux équipements anti-pollution.

Les branches les plus intensives en pollution sont la chimie minérale, la fabrication de pâte à papier, papier et carton, la chimie organique et la sidérurgie dans lesquelles les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales s'élèvent respectivement à 1,98%, 1,21%, 1,07% et 0,86% de la production (cf. tableau C de l'annexe 1). Ce sont également les secteurs ayant les coûts anti-pollution en niveau les plus élevés (cf. tableau 1).

Tableau 1 : coûts anti-pollution des quatre secteurs les plus polluants

Code	Libellé	Coût total		Stock de capital		Dépenses courantes	
		1995	2001	1995	2001	1995	2001
F42	Industrie chimique organique	241,4	243,0	504,6	638,1	150,6	128,2
F51	Sidérurgie	193,2	174,5	233,8	274,5	151,1	125,1
F41	Industrie chimique minérale	142,1	123,2	341,0	305,8	80,7	68,1
F32	Pâte à papier, papier, carton	92,9	116,0	277,4	303,1	42,9	61,4

Note : Les montants sont donnés à prix courant, en millions d'euros.

⁷ Ce chiffre est tiré de Crépon et Gianella (2001) dont l'évaluation repose sur un raffinement de la méthode de Jorgenson, prenant en compte en particulier la fiscalité du capital. On peut aussi le voir comme une application de la formule simple de Jorgenson avec un taux de dépréciation de 12% et un taux d'intérêt réel de 6%.

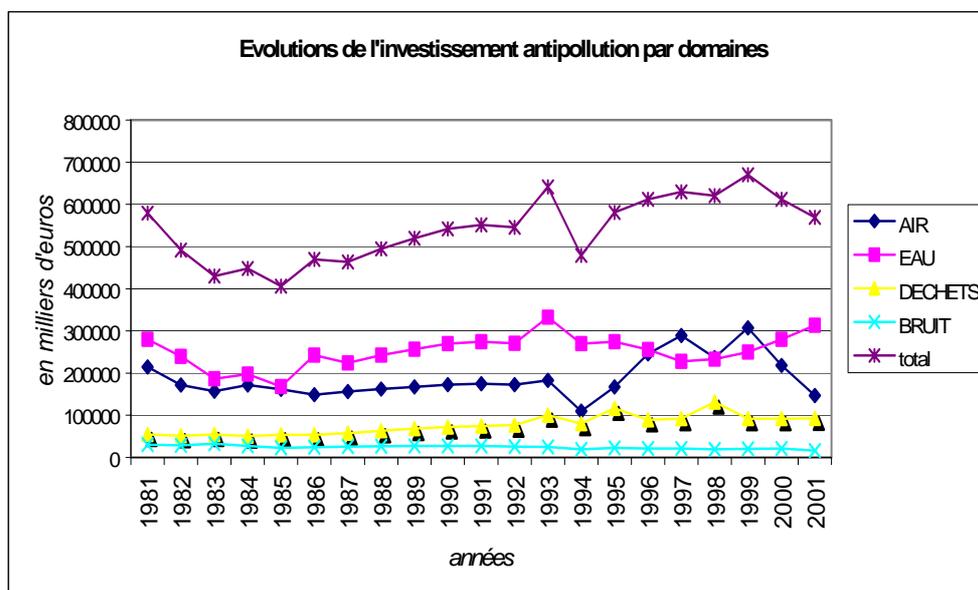
Encadré 1 : Les investissements anti-pollution

Dans la protection de l'environnement, trois grands types d'investissement anti-pollution peuvent être distingués.

1) Les **investissements spécifiques** : ils sont de nature à contrôler ou mesurer, recycler ou valoriser, épurer ou traiter les nuisances causées par l'activité industrielle, ces nuisances pouvant être liées à une exploitation des ressources naturelles, à une modification du milieu, au rejet de déchets ou effluents ou encore à l'émission de bruit ou d'odeurs. Il s'agit d'une protection de l'environnement qui se place en aval du processus de production. En cas de dysfonctionnement, ces équipements, intervenant en fin de cycle, n'interfèrent pas sur le processus de production, tout en permettant aux industriels, au moment de leur acquisition, de se conformer à la législation en vigueur. Ils sont donc généralement préférés aux investissements par changement de procédés lorsque la chaîne de fabrication n'est pas obsolète.

2) Les **investissements pour un changement de procédé** et adoption d'une technologie propre : ces investissements interviennent généralement lors du remplacement de tout ou partie de l'outil de fabrication lorsque celui-ci devient obsolète et qu'il faut par ailleurs respecter des contraintes environnementales. Ces investissements modifient le processus de production. Il s'agit de réduire la pollution à sa source.

3) Les **investissements pour la prévention des risques** de pollution accidentelle : ils sont destinés à parer à des situations exceptionnelles.



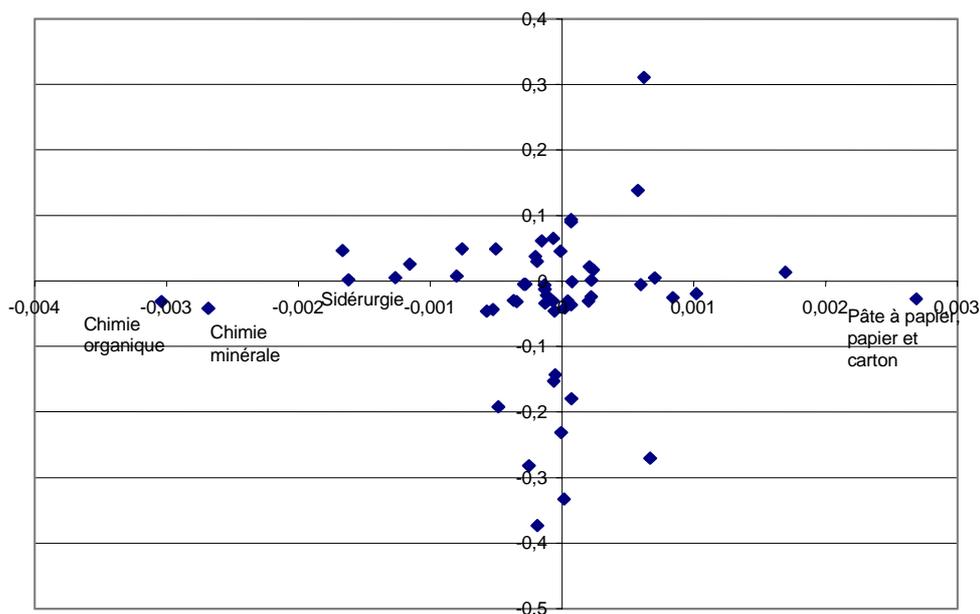
Notes : évolution des investissements spécifiques par domaine (air, eau, bruit, déchets) ; unité : milliers d'euros ; grandeurs déflatées (prix 1995).

Les deux domaines les plus importants en matière d'investissement sont l'eau et l'air. Dans ce dernier domaine, les efforts ont été les plus soutenus entre 1996 et 2000, ce qui est sans doute lié au moins en partie à la loi sur l'air de 1996. A l'opposé, les investissements dans le domaine de l'eau ont décru depuis 1993, année du pic en la matière, ce qui peut refléter une mise en conformité progressive à la loi sur l'eau de 1992. La remontée observée depuis 1997 pourrait être imputable à l'anticipation de la prochaine loi sur l'eau.

3. Mise en regard des échanges de produits industriels avec les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales

Nous présentons ici quelques statistiques descriptives sur le lien, au niveau sectoriel, entre l'évolution des échanges commerciaux et celle des coûts anti-pollution. Le premier graphique rapporte ainsi l'évolution du ratio du solde commercial à la production (en ordonnée) en fonction de celle du ratio des coûts anti-pollution à la production (en abscisse).

Graphique 1 : évolution conjointe des soldes commerciaux et des coûts anti-pollution, rapportés à la production



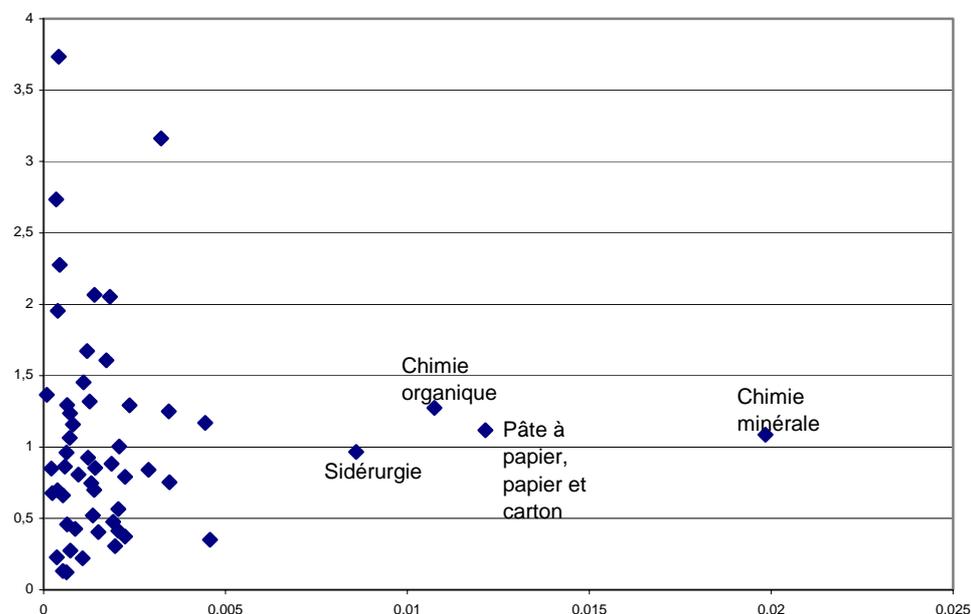
Note : L'évolution entre 1995 et 2001 du ratio des coûts anti-pollution à la production est représentée en abscisse, celle du ratio du solde commercial à la production en ordonnée.

Il ne semble pas y avoir de relation claire entre les deux évolutions. Ce constat descriptif laisse présager d'un faible niveau quant à l'effet d'une augmentation des coûts anti-pollution sur le solde commercial des différents secteurs industriels. Il convient aussi de noter que peu de secteurs ont vu leur solde commercial et leurs coûts anti-pollution évoluer tous deux fortement : beaucoup de points se situent près des axes. Concernant les quatre secteurs les plus polluants, seule la branche de la fabrication de pâte à papier, papier et carton a vu ses coûts anti-pollution augmenter entre 1995 et 2001. Pour les trois autres secteurs, des efforts importants en matière de lutte contre la pollution ont en fait été entrepris avant 1995.

Le graphique suivant rapporte lui le niveau en 2001 du taux d'ouverture (en ordonnée) en fonction de celui du ratio des coûts anti-pollution à la production (en abscisse). Le taux d'ouverture est la somme (et non pas la différence, comme pour le solde commercial) des exportations et des importations rapportée à la production. L'information importante apportée par ce graphique est que les quatre secteurs de loin les plus polluants sont des secteurs relativement ouverts. Plus précisément, ils se situent dans le deuxième quart des secteurs les plus ouverts. Ce sont pourtant des secteurs à fort coût de transport, donc supposés être à faible mobilité (cf. annexe 2). Ce point laisse par conséquent

présager une influence réduite du degré de mobilité des secteurs sur leurs échanges commerciaux.

Graphique 2 : taux d'ouverture et coûts anti-pollution rapportés à la production en 2001



Note : Le niveau en 2001 du ratio des coûts anti-pollution à la production est représenté en abscisse, celui du taux d'ouverture (i.e. la somme des exportations et des importations rapportée à la production) en ordonnée.

Encadré 2 : Les sources de données

De nombreuses sources statistiques sont utilisées lors de l'analyse. Nous les décrivons sommairement ici.

Douanes françaises

Les fichiers des douanes françaises renseignent de manière exhaustive les échanges commerciaux réalisés par les entreprises françaises avec l'extérieur. L'information individuelle type caractérise un flux d'échange par l'indication de l'entreprise française à l'origine ou à la destination du flux, le pays d'origine ou de destination de ce flux, ainsi que le type de produit échangé. Cette dernière information est donnée au niveau NES114. Relativement peu désagrégé, ce niveau de nomenclature ne nous permet de conserver que 54 secteurs lors de l'analyse.

Enquête sur les investissements anti-pollution

Cette enquête annuelle est effectuée par le SESSI depuis 1992. Elle est exhaustive sur le champ des établissements de l'industrie manufacturière de plus de 100 employés, ce seuil étant abaissé à 50 voire à 20 dans les secteurs les plus polluants. Environ 8 000 établissements sont ainsi interrogés chaque année. Les variables renseignées sont les investissements anti-pollution effectués durant l'année. En 1995

et 2001, il a été aussi demandé aux établissements d'indiquer le montant de leurs dépenses courantes anti-pollution. Pour cette raison, nous nous limiterons lors de l'analyse à ces deux années.

Données économiques de l'environnement

Ces publications, dont la première date de 1981, ont été réalisées par le ministère de l'écologie et du développement durable en lien pour les dernières éditions avec l'IFEN. Y sont en particulier recensées les dépenses anti-pollution des entreprises, que ce soit les dépenses en investissement ou les dépenses en fonctionnement. Toutefois, les dépenses ne sont pas détaillées par secteur au niveau NES114. Nous utiliserons donc en priorité les données issues des enquêtes Antipol. Les données économiques de l'environnement s'avèrent en revanche importantes pour la construction du stock de capital anti-pollution. Une telle construction nécessite en effet de disposer des séries d'investissement anti-pollution les plus longues possibles ; or les enquêtes Antipol ne sont disponibles que depuis 1992.

Comptes nationaux

Nous exploitons les comptes par branche des années 1995 et 2001 qui comprennent en particulier la production, la valeur ajoutée, l'emploi et la masse salariale au niveau G (NES114) ainsi que les immobilisations au niveau F (NES36).

Déclarations annuelles de données sociales (DADS)

Nous mobilisons également les DADS des années 1995 et 2001. Ces données couvrent l'ensemble des salariés du secteur privé et contiennent pour chacun d'entre eux le nombre d'heures travaillées, le coût du travail et la catégorie socio-professionnelle. Elles ont été agrégées d'abord par établissement puis par secteur au niveau NES114, en distinguant deux catégories de qualification propres à cette étude : nous entendons par « qualifiés » les dirigeants d'entreprise, les cadres et les professions intermédiaires, et par « peu qualifiés » les ouvriers et les employés. L'emploi et la masse salariale issus des comptes nationaux ont ensuite été ventilés suivant ces deux catégories.

Bénéfices réels normaux (BRN)

Nous utilisons enfin les fichiers de déclaration fiscale des entreprises soumises au régime des bénéfices réels normaux des années 1995 et 2001. Ces fichiers couvrent plus de 600 000 entreprises, représentant environ 97% de la valeur ajoutée totale. La clé de répartition observée à partir de l'agrégation des immobilisations productives au niveau NES114 a servi à ventiler celles issues des comptes nationaux, disponibles seulement au niveau F (NES36).

IV - RESULTATS

L'objectif de cette partie est de tester économétriquement la présence ou non d'un effet négatif d'une augmentation des coûts anti-pollution supportés par un secteur industriel sur ses échanges commerciaux. A notre connaissance, il s'agit de la première tentative de ce type effectuée sur données françaises.

1. Solde commercial

Nous partons de la spécification traditionnelle présentée dans la revue de la littérature empirique, à la seule différence que nous préférons ici rapporter le solde commercial ($X_{it} - M_{it}$) et les coûts anti-pollution (E_{it}) à la production (Q_{it}), et non à la valeur ajoutée (VA_{it}). En effet, la production tient compte des consommations intermédiaires, contrairement à la valeur ajoutée. Or des consommations intermédiaires nécessaires à la production peuvent provenir d'importations. Par ailleurs, les coûts anti-pollution peuvent très bien dépendre du volume des consommations intermédiaires utilisées. Mettre la production du secteur au dénominateur des ratios garantit par conséquent à ces derniers une plus grande cohérence⁸. Finalement, l'équation économétrique s'écrit de la manière suivante, avec les mêmes notations que précédemment :

$$\frac{X_{it} - M_{it}}{Q_{it}} = \alpha_1 \frac{E_{it}}{Q_{it}} + \alpha_2 \tau_{it} + \beta_i F_{it}^n + u_i + \delta_i + \varepsilon_{it},$$

Les variables retenues dans le vecteur d'intensité des facteurs sont les niveaux par secteur du capital net, du coût salarial et de la part des qualifiés dans ce dernier. Avec la spécification précédente, l'effet de la combinaison productive, capturé par le vecteur β_i , peut varier au cours du temps, ce qui est en effet le cas si les coûts relatifs des facteurs varient différemment en France et dans les autres pays. Cependant, les coefficients associés à cette possible variation temporelle sont lors des régressions systématiquement non significatifs. Pour cette raison, nous supposons à partir de maintenant que le vecteur β est en fait stable au cours du temps.

Les données complètes (i.e. y compris les dépenses courantes anti-pollution) n'étant disponibles que pour les années 1995 et 2001, nous estimons l'équation précédente en différence entre ces deux dates, ce qui élimine l'effet fixe sectoriel et protège donc du biais d'hétérogénéité inobservée.

Nous commençons par effectuer des régressions différenciées selon les zones géographiques d'origine ou de destination des échanges commerciaux. L'agrégation de ces échanges sur l'ensemble des pays du monde peut en effet masquer un éventuel effet des coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales, la plupart du commerce extérieur français se faisant avec des pays développés, de sévérité environnementale relativement similaire. La question de l'agrégation se pose d'ailleurs sans doute de manière plus aiguë dans le cas de la France que dans celui des États-Unis, du fait de son appartenance à l'Union européenne. Ainsi, 80% de la législation en

⁸ Nous avons par ailleurs vérifié la robustesse des résultats à cette spécification, en remplaçant au dénominateur la production par la valeur ajoutée.

matière de lutte contre la pollution y est d'origine communautaire. A la limite, si les politiques environnementales étaient parfaitement harmonisées à l'intérieur de l'Union européenne, alors les coûts de protection de l'environnement supportés par les industriels, identiques entre tous les États membres, ne devraient avoir aucune influence sur le commerce intra-communautaire. La question peut aussi se poser, bien qu'à un degré moindre, avec les autres pays développés, notamment en raison de l'existence de conventions internationales pour certains polluants. Nous mettons par conséquent en œuvre des estimations par moindres carrés ordinaires (MCO) pour trois groupes de pays : l'Union européenne, les pays hors Union européenne et enfin les pays hors OCDE. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 2.

Tableau 2 : déterminants du solde commercial

	Monde	UE	Hors UE	Hors OCDE
Droits de douane	4,76* (2,79)		4,32** (1,86)	4,66** (1,81)
Coûts anti-pollution	3,43 (11,06)	10,99 (12,19)	-8,30 (12,78)	-5,43 (9,44)
Nbre observations	54	54	54	54
Test de Hausman	98%	47%	39%	28%

Notes : Les coefficients associés aux variables de contrôle (évolution des ratios à la production du capital net et du coût de la main d'œuvre, et part des qualifiés dans ce dernier) ne sont pas reportés. Les écarts-types, qui figurent entre parenthèses, sont robustes à l'hétéroscédasticité. Le test de Hausman est effectué en instrumentant l'évolution du ratio coût anti-pollution/production entre 1995 et 2001 par le niveau du ratio capital anti-pollution/production en 1994. On a vérifié au préalable que cet instrument est bien significativement corrélé à la variable suspectée d'endogénéité pour les quatre estimations présentées.

Nous observons un effet non significatif des coûts anti-pollution sur le solde commercial, et ce quelle que soit la zone géographique retenue lors de l'estimation. En fait, seuls les droits de douane ont un effet significatif. Le signe de cet effet est par ailleurs conforme à l'intuition économique : plus les droits de douane pour un secteur augmentent, plus les importations de ce secteur diminuent, plus son solde commercial s'accroît, et réciproquement.

Les estimations précédentes peuvent cependant être entachées d'un biais de simultanéité. Il est en effet possible que la puissance publique se montre plus laxiste avec les industries en difficulté. Afin de traiter cette question, nous mettons en œuvre des estimations à variables instrumentales. Comme nous l'avons vu dans la revue de littérature, les tentatives antérieures s'appuyant sur des instruments « externes » apparaissent peu convaincantes. Faute de tels instruments, nous adoptons l'approche usuelle et systématique consistant à instrumenter par les niveaux passés de la variable suspectée d'endogénéité (instruments dits « internes »). Plus précisément, nous instrumentons par le ratio en 1994 du coût d'usage du capital anti-pollution à la production. Nous ne disposons pas en effet du niveau des dépenses courantes pour une année autre que 1995 ou 2001. Afin de tester la présence effective d'un biais de simultanéité, nous avons effectué des tests de Hausman (cf. tableau 2). Il s'avère que l'hypothèse nulle d'absence d'endogénéité de la variable traitée n'est rejetée dans aucun cas, ce qui valide a posteriori les estimations par MCO.

Enfin, nous tenons compte des différences de mobilité entre secteurs industriels. Certains secteurs sont en effet moins mobiles que d'autres, en raison de coûts de transport ou d'installation élevés. Du fait de cette moindre mobilité, les secteurs en question sont moins sensibles aux différences de sévérité environnementale entre pays. Les différences de mobilité entre secteurs peuvent dès lors masquer un effet éventuel des coûts anti-pollution sur le solde commercial si l'analyse est menée transversalement sur tous les secteurs industriels. Nous traitons cette question de la même manière que

Ederington et al. (2005), qui ajoutent à l'équation estimée un terme d'interaction entre les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales et une mesure du degré de mobilité des secteurs. Nous utilisons en fait comme mesure les coûts de transport par secteur calculés par Ederington et al. sur données américaines, ce qui nécessite la construction d'une table de correspondance pour les convertir suivant la nomenclature française (cf. annexe 2). Le terme d'interaction - ainsi d'ailleurs que le simple coût de transport - est cependant toujours non significatif. Nous ne l'avons pas indiqué pour cette raison dans le tableau des résultats.

Finalement, seule l'évolution entre 1995 et 2001 des droits de douane a un effet significatif sur celle du solde commercial. En particulier, il n'y a pas d'effet significatif des coûts anti-pollution, et ce quelle que soit la spécification retenue. De plus, ce résultat n'est pas la conséquence d'un biais de simultanéité : l'endogénéité des coûts anti-pollution est toujours statistiquement rejetée. Il convient cependant d'interpréter ces résultats avec prudence. En effet, les estimations sont menées sur un échantillon restreint de 54 secteurs, définis selon un niveau de nomenclature relativement agrégé. Or les coûts de mise en conformité aux réglementations environnementales pèsent surtout sur des activités très précises.

2. Exportations et importations séparées

Dans la partie précédente, nous nous sommes intéressés à la relation entre l'évolution des coûts anti-pollution et celle du solde commercial. Prendre le solde commercial comme variable dépendante est conforme à l'intuition économique : il synthétise à lui seul les différents échanges commerciaux effectués par un secteur industriel. L'effet des coûts anti-pollution sur le commerce extérieur peut en effet passer tant par les importations (substitution d'une production locale) que par les exportations (idem, par le jeu des avantages comparatifs).

Toutefois, l'absence d'effet des coûts anti-pollution sur le solde commercial indiquée par les résultats de la partie précédente ne signifie pas l'absence également d'effet des coûts anti-pollution sur les exportations ou les importations, prises séparément. Nous reprenons par conséquent dans cette partie les estimations précédentes, mais appliquées cette fois séparément aux exportations et aux importations. Nous présentons les résultats dans les deux tableaux suivants. Certaines variables de contrôle sont maintenant significatives, ainsi parfois que les coûts de transport et le terme d'interaction entre ces derniers et les coûts anti-pollution. Toutes ces variables sont donc maintenant mentionnées dans les résultats.

Nous commençons par interpréter les résultats pour les importations. Tout d'abord, l'effet de l'évolution des coûts anti-pollution sur celle des importations est positif, ce qui est conforme à l'intuition économique : si les coûts anti-pollution augmentent, alors les importations augmentent également, en substitution de la production locale. Par ailleurs, cet effet positif n'est significatif que pour les importations hors zone UE ou hors zone OCDE. Ce résultat tend à confirmer qu'agréger les échanges commerciaux sur tous les pays du monde masque l'effet des coûts anti-pollution, la plupart des échanges étant effectués avec les pays membres de l'UE ou de l'OCDE, de sévérité environnementale relativement similaire à celle de la France. Ensuite, l'effet de l'évolution des droits de douane est conforme à ce qui était attendu : si les droits de douane augmentent, ce qui renchérit le coût des importations, alors les importations diminuent. L'effet est à chaque fois significatif. Enfin, la prise en compte du degré de mobilité des secteurs va dans le

même sens que celui trouvé par Ederington et al. (2005) sur les importations nettes. Les effets du coût de transport et du terme d'interaction sont en effet tous deux négatifs. Il convient toutefois de noter qu'ils sont le plus souvent non significatifs. En fait, seul le coût de transport a un effet significativement négatif lorsque l'analyse est restreinte aux pays hors zone UE.

Tableau 3 déterminants des importations

	Monde	UE	Hors UE	Hors OCDE
Droits de douane	-14,06** (4,20)		-7,24** (2,30)	-5,52** (2,25)
Coûts anti-pollution	34,68 (32,65)	7,43 (21,50)	41,48* (23,62)	25,47* (13,85)
Capital net	0,01 (0,21)	0,23* (0,14)	-0,15 (0,19)	-0,19 (0,13)
Coût salarial	0,26 (0,88)	-0,73 (0,66)	0,55 (0,60)	1,03** (0,43)
Part des qualifiés	1,38 (1,03)	1,03** (0,46)	0,78 (0,80)	0,80 (0,52)
Coût de transport	-0,25 (0,67)	-0,18 (0,62)	-1,05* (0,53)	-0,46 (0,36)
Coût de transport x coûts anti-pollution (x100)	-15,84 (12,02)	-5,51 (8,24)	-13,2 (8,08)	-5,82 (4,06)
Nbre observations	54	54	54	54
Test de Hausman	93%	74%	58%	49%

Notes : Les écarts-types, qui figurent entre parenthèses, sont robustes à l'hétéroscédasticité. Les coûts de transport ont été centrés de telle sorte que le coefficient associé aux coûts anti-pollution peut s'interpréter comme un effet moyen.

Concernant les exportations, le point important est que l'effet de l'évolution des coûts anti-pollution est positif : l'augmentation de ces coûts est corrélée positivement à celle des exportations. Nous aurions pu nous attendre à l'effet opposé, le surcroît de coût engendré affaiblissant la position relative de la France par rapport à ses concurrents étrangers. Ce résultat va en opposition de celui obtenu pour les importations, ce qui explique l'absence d'effet trouvé lorsque l'analyse est menée sur le solde commercial. Une interprétation possible de ce résultat est liée à l'hypothèse de Porter : les régulations environnementales n'auraient pas seulement pour effet d'augmenter les coûts, mais inciteraient également à l'innovation. Si ces innovations se traduisent par davantage de différenciation, alors il est possible qu'à la fois, les anciens produits soient davantage importés et que de nouveaux produits soient exportés, conduisant à une hausse simultanée des exportations et des importations. Des travaux futurs sont nécessaires afin de valider ou non une telle hypothèse.

Tableau 4 : déterminants des exportations

	Monde	UE	Hors UE	Hors OCDE
Coûts anti-pollution	53,4* (28,04)	20,85 (20,26)	32,56** (11,37)	15,52** (6,14)
Capital net	0,09 (0,19)	0,17 (0,14)	-0,08 (0,08)	-0,12** (0,06)
Coût salarial	-0,55 (0,71)	-0,97* (0,57)	0,42 (0,39)	0,75** (0,26)
Part des qualifiés	1,51** (0,72)	0,74 (0,59)	0,77** (0,23)	0,61** (0,18)
Coût de transport	-1,89** (0,73)	-0,75 (0,50)	-1,14** (0,33)	-0,57** (0,22)
Coût de transport x coûts anti-pollution (x100)	-17,30 (11,19)	-7,71 (7,84)	-9,59* (5,05)	-1,86 (2,34)
Nbre observations	54	54	54	54
Test de Hausman	17%	53%	10%	44%

Notes : Les écarts-types, qui figurent entre parenthèses, sont robustes à l'hétéroscédasticité. Les coûts de transport ont été centrés de telle sorte que le coefficient associé aux coûts anti-pollution peut s'interpréter comme un effet moyen.

V - BIBLIOGRAPHIE

- Baron R. et N. Riedinger (2004), « Politiques de protection de l'environnement, compétitivité et décisions d'investissement », Complément au rapport *Politiques environnementales et compétitivité* du Conseil d'Analyse Economique.
- Bureau D. et M. Mougeot (2004), *Politiques environnementales et compétitivité*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française.
- Copeland B. et M. Taylor (2003), « Trade, Growth and the Environment », *Journal of Economic Literature* 42, pp. 7-71.
- Crépon B. et C. Gianella (2001), « Fiscalité, coût d'usage du capital et demande de facteurs : une analyse sur données individuelles », Document de travail G2001/09, INSEE.
- Dasgupta S., A. Mody, S. Roy et D. Wheeler (1995), « Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis », Policy Research Department Working Paper 1448, World Bank.
- Ederington J. et J. Minier (2003), « Is Environmental Policy a Secondary Trade Barrier? An Empirical Analysis », *Canadian Journal of Economics* 36 (1).
- Ederington J., A. Levinson et J. Minier (2005), « Footloose and Pollution-Free », *Review of Economics and Statistics* 87 (1).
- Eliste P. et P. Fredriksson (2002), « Environmental Regulations, Transfers and Trade: Theory and Evidence », *Journal of Environmental Economics and Management* 43, pp. 234-50.
- Grether J. et J. de Melo (2003), « Globalization and Dirty Industries: Do Pollution Havens Matter? », Working Paper 9776, National Bureau of Economic Research.
- Grossman G. et A. Krueger (1993), « Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement », in *The U.S.-Mexico Free Trade Agreement*, P. Garber ed., Cambridge: MIT Press.
- Harris M., L. Kónya et L. Mátyás (2002), « Modelling the Impact of Environmental Regulations on Bilateral Trade Flows », *The World Economy* 25 (3), pp. 387-405.
- Kalt J. (1988), « The Impact of Domestic Environmental Regulatory Policies on U.S. International Competitiveness », in *International Competitiveness*, M. Spence and H. Hazard eds., Cambridge: Harper and Row, Ballinger.
- Leamer E. et J. Levinsohn (1995), « International Trade Theory: The Evidence », in *The Handbook of International Economics* vol. III, G. Grossman and K. Rogoff eds., Elsevier Science B.V., pp. 1339-94.

Levinson A. et M. Taylor (2004), « Unmasking the Pollution Haven Effect », Working Paper 10629, National Bureau of Economic Research.

Raspiller S. et N. Riedinger (2004), « Les différences de sévérité environnementale entre pays influencent-elles les comportements de localisation des groupes français ? », MEDD, Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale, document de travail 04 – E01, 2004.

Tobey (1990), « The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test », *Kyklos* 43 (2).

Van Beers C. et J. Van den Bergh (1997), « An Empirical Multi-Country Analysis of the Impact of Environmental Policy on Foreign Trade Flows », *Kyklos* 50, pp. 29-46.

Wilson J., T. Otsuki et M. Sewadeh (2002), « Dirty Exports and Environmental Regulations: Do Standards Matter to Trade? », Working Paper 2806, World Bank.

Xu X. (2000), « International Trade and Environmental Regulations: Time Series Evidence and Cross Section Test », *Environmental and Resource Economics* 17, pp. 233-57.

Annexe 1 : Statistiques descriptives**Tableau A1 : montants des exportations et importations par secteur, part des différentes zones géographiques, et montants des droits de douane (en 2001)**

Code NES114	Exp. (Mds €)	UE (%)	rOCDE (%)	nOCDE (%)	Imp. (Mds €)	UE (%)	rOCDE (%)	nOCDE (%)	Douane (%)
B01	3,9	81,2	4,0	14,7	3,5	81,6	8,8	9,6	3,0
B02	4,4	74,2	7,3	18,6	2,3	93,2	3,8	2,9	3,0
B03	9,2	54,1	34,5	11,4	1,8	87,8	5,9	6,3	3,0
B04	2,7	80,4	5,8	13,7	1,4	85,7	6,3	8,0	3,0
B05	7,8	71,5	9,1	19,4	11,2	62,5	7,2	30,3	3,0
C11	5,6	59,1	19,5	21,3	10,9	27,1	5,7	67,2	3,2
C12	3,4	37,2	36,7	26,1	5,2	50,9	1,6	47,5	3,2
C20	2,0	57,9	25,7	16,5	2,0	81,8	12,0	6,1	1,7
C31	15,3	53,1	21,5	25,3	12,2	63,5	34,1	2,5	0,3
C32	7,8	53,5	19,2	27,3	2,5	86,2	11,0	2,8	0,3
C41	2,5	63,9	20,2	15,9	4,1	67,4	5,7	26,9	2,3
C42	1,4	29,3	53,3	17,4	1,7	49,9	26,4	23,7	2,3
C43	2,4	57,2	23,4	19,3	4,2	39,1	17,2	43,7	2,3
C44	2,2	72,1	7,7	20,2	3,2	73,6	7,2	19,3	2,3
C45	4,0	62,6	8,3	29,1	5,4	27,2	24,8	48,0	2,3
C46	1,8	46,3	31,8	21,9	2,7	27,9	44,4	27,7	2,3
D01	32,7	80,1	4,7	15,2	25,5	87,6	7,2	5,1	3,2
D02	13,8	74,0	11,2	14,8	10,0	82,3	10,0	7,7	3,2
E11	2,7	28,4	6,1	65,6	1,2	43,2	6,4	50,4	0,3
E12	0,6	40,5	12,3	47,2	0,3	82,4	11,3	6,3	0,3
E13	24,0	32,4	41,0	26,6	12,5	38,0	57,7	4,2	0,3
E14	0,7	71,3	10,7	18,0	1,5	46,6	34,0	19,3	0,3
E21	0,8	59,4	11,6	29,0	0,9	87,8	5,6	6,6	1,6
E22	0,8	55,9	7,9	36,1	0,5	86,5	7,5	6,0	1,6
E23	7,8	58,3	15,4	26,3	7,4	67,5	26,2	6,3	1,6
E24	7,2	58,9	14,5	26,7	7,2	73,3	17,9	8,8	1,6
E25	1,2	63,9	22,3	13,8	2,1	82,7	13,8	3,5	1,6
E26	1,7	56,6	19,1	24,3	3,4	62,6	28,8	8,6	1,6
E27	7,7	44,5	21,7	33,8	6,7	74,3	20,8	4,9	1,6
E28	0,3	67,8	17,9	14,3	0,1	71,5	18,1	10,4	1,6
E31	9,4	67,7	11,6	20,8	16,4	45,4	27,4	27,2	0,4
E32	3,2	51,0	15,2	33,8	2,7	46,9	27,8	25,3	0,4
E33	8,3	47,4	10,2	42,4	6,0	59,5	19,3	21,2	0,4
E34	3,3	51,8	26,3	21,9	3,6	39,1	54,3	6,6	0,4
E35	4,5	49,4	22,0	28,5	4,6	48,2	46,5	5,3	0,4
F13	2,8	56,1	20,8	23,2	2,3	83,1	8,3	8,6	1,4
F14	2,4	62,3	18,9	18,9	3,0	78,0	9,2	12,9	1,4
F21	4,0	53,5	7,4	39,1	3,0	71,8	8,1	20,1	3,5
F22	2,2	61,8	12,8	25,3	2,9	62,7	10,5	26,8	3,5
F23	1,4	62,5	6,1	31,4	2,8	43,9	6,7	49,5	3,5
F31	2,0	72,5	17,9	9,6	2,8	63,5	5,4	31,2	0,6
F32	4,5	76,0	9,0	15,0	6,2	78,0	14,2	7,8	0,6
F33	2,0	76,2	8,2	15,6	2,6	88,6	7,1	4,2	0,6
F41	2,9	67,9	16,3	15,8	3,9	66,3	13,2	20,5	1,7
F42	14,8	69,3	17,3	13,3	14,0	71,9	17,5	10,6	1,7
F43	9,5	61,5	12,5	25,9	8,5	68,5	27,6	3,9	1,7
F44	0,6	78,1	8,9	13,0	1,1	76,5	14,0	9,5	1,7
F45	4,0	77,7	9,7	12,6	2,8	70,4	12,8	16,8	1,7
F46	5,6	73,1	11,5	15,4	7,3	79,2	9,3	11,5	1,7
F51	10,5	74,9	10,7	14,4	9,1	89,0	3,7	7,3	1,0
F52	5,9	78,0	11,8	10,2	7,8	58,3	15,9	25,8	1,0
F55	6,1	67,2	15,4	17,5	6,5	73,9	11,4	14,7	1,0
F61	11,6	55,7	13,0	31,3	9,3	59,0	20,6	20,4	0,9
F62	8,4	47,7	13,8	38,5	7,9	37,4	29,6	33,0	0,9
Total	307,7	61,2	16,4	22,4	290,5	64,1	18,4	17,5	

Note : Les secteurs B06, F11, F12, F53, F54 et F56 sont retirés de l'analyse.

Tableau A2 : montants des exportations et importations par secteur, part des différentes zones géographiques, et montants des droits de douane (en 1995)

Code NES114	Exp. (Mds €)	UE (%)	rOCDE (%)	nOCDE (%)	Imp. (Mds €)	UE (%)	rOCDE (%)	nOCDE (%)	Douane (%)
B01	3,9	72,7	3,6	23,7	3,7	73,2	6,9	19,9	3,0
B02	3,7	63,4	6,0	30,6	1,8	72,3	3,2	24,5	3,0
B03	6,6	44,7	28,0	27,3	1,4	80,4	4,6	15,0	3,0
B04	2,1	64,4	4,8	30,8	1,1	61,1	11,3	27,7	3,0
B05	7,0	57,1	7,0	35,9	8,5	47,2	7,8	45,0	3,0
C11	3,8	42,9	20,3	36,7	6,6	30,1	6,0	63,8	4,8
C12	2,1	33,6	33,3	33,2	3,2	54,2	2,1	43,7	4,8
C20	2,0	39,8	23,5	36,7	2,6	65,0	16,9	18,1	1,2
C31	6,1	46,1	18,0	35,9	5,0	60,8	29,2	9,9	0,6
C32	5,2	48,5	18,3	33,2	1,5	69,1	11,0	19,8	0,6
C41	1,5	52,8	19,2	28,0	2,4	65,7	3,8	30,4	3,4
C42	0,6	18,4	49,7	31,9	0,9	40,7	23,7	35,7	3,4
C43	1,8	45,2	28,5	26,4	2,6	39,6	15,8	44,6	3,4
C44	1,9	69,3	7,2	23,5	2,2	76,7	6,9	16,4	3,4
C45	2,2	66,6	5,5	27,9	3,5	40,1	20,7	39,2	3,4
C46	1,3	40,0	30,4	29,6	1,6	28,4	44,3	27,3	3,4
D01	17,0	74,2	5,4	20,5	17,0	80,9	5,1	14,0	3,0
D02	8,5	68,1	11,8	20,1	5,1	84,7	8,2	7,1	3,0
E11	1,3	13,6	7,1	79,4	0,5	28,8	17,8	53,4	1,3
E12	0,5	66,9	8,0	25,1	0,3	30,9	63,2	5,9	1,3
E13	11,0	19,6	34,3	46,0	5,4	57,4	38,6	4,0	1,3
E14	0,4	67,9	8,8	23,3	1,0	44,9	38,0	17,2	1,3
E21	0,6	50,5	8,4	41,1	0,6	75,7	4,4	19,9	2,1
E22	0,7	55,7	7,0	37,3	0,3	72,9	9,7	17,4	2,1
E23	5,4	51,4	14,0	34,7	4,7	72,8	20,6	6,6	2,1
E24	4,6	48,3	11,1	40,6	4,0	73,3	18,3	8,4	2,1
E25	0,8	62,6	17,4	19,9	1,7	74,2	18,0	7,8	2,1
E26	1,1	42,5	13,4	44,1	2,1	60,3	32,2	7,5	2,1
E27	5,6	35,8	24,4	39,8	4,6	68,3	21,4	10,3	2,1
E28	0,1	76,9	4,7	18,4	0,1	62,2	16,3	21,5	2,1
E31	6,7	71,4	12,2	16,4	10,2	32,7	45,3	22,1	2,3
E32	2,0	48,8	13,7	37,5	1,5	52,6	23,2	24,3	2,3
E33	2,3	43,3	7,6	49,1	1,4	56,9	25,1	18,1	2,3
E34	1,5	49,0	22,0	29,0	2,1	44,9	47,4	7,7	2,3
E35	2,5	44,5	18,4	37,1	2,6	52,2	41,1	6,8	2,3
F13	2,2	56,0	18,0	26,0	1,6	69,3	6,9	23,8	0,9
F14	2,0	56,1	16,0	27,9	2,1	72,1	7,0	21,0	0,9
F21	3,7	55,9	7,9	36,2	2,7	57,8	10,8	31,4	3,3
F22	1,6	55,1	13,4	31,6	2,0	51,6	8,0	40,3	3,3
F23	0,8	49,9	8,4	41,7	1,7	55,6	5,4	39,0	3,3
F31	1,4	67,3	13,9	18,8	1,9	53,9	7,6	38,5	1,0
F32	3,7	72,2	8,6	19,2	5,2	69,8	15,9	14,3	1,0
F33	1,3	60,9	8,6	30,4	1,9	76,5	7,0	16,5	1,0
F41	2,6	55,7	21,5	22,7	3,3	47,2	16,8	36,0	1,6
F42	10,9	66,0	12,5	21,5	9,8	65,2	17,0	17,9	1,6
F43	6,0	56,0	12,8	31,3	5,8	57,9	26,5	15,5	1,6
F44	0,5	64,0	12,0	24,0	1,1	74,5	9,9	15,6	1,6
F45	3,0	74,0	9,6	16,4	1,9	72,5	9,8	17,7	1,6
F46	3,7	64,6	11,1	24,4	4,9	68,0	10,2	21,8	1,6
F51	8,6	63,6	11,4	25,0	7,3	59,9	3,3	36,9	0,5
F52	4,8	68,4	12,1	19,5	6,4	43,8	18,3	37,9	0,5
F55	4,0	56,8	17,0	26,1	4,4	71,8	10,0	18,1	0,5
F61	7,3	52,7	10,7	36,6	5,5	60,4	19,1	20,4	1,4
F62	4,7	54,8	18,6	26,6	4,6	32,9	36,3	30,9	1,4
Total	197,1	55,9	14,6	29,6	187,5	59,6	17,1	23,3	

Note : Les secteurs B06, F11, F12, F53, F54 et F56 sont retirés de l'analyse.

Tableau B1 : secteurs ayant vu leur solde commercial (rapporté à la production, en %) le plus évoluer entre 1995 et 2001

Code	Libellé	Différence 2001/1995
Ceux qui diminuent le plus		
E31	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	-37
F23	Fabrication d'étoffes et d'articles à maille	-33
E26	Fabrication de machines-outils	-28
C46	Fabrication de matériel optique et photographique, horlogerie	-27
C11	Industrie de l'habillement et des fourrures	-23
Ceux qui augmentent le plus		
C45	Fabrication d'appareils de réception, d'enregistrement...	7
E34	Fabrication de matériel médicochirurgical et d'orthopédie	9
D01	Construction automobile	9
E28	Fabrication d'armes et de munitions	14
F44	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	31

Note : La différence 2001/1995 est la différence entre 1995 et 2001 du ratio du solde commercial à la production exprimé en pourcentage.

Tableau B2 : secteurs ayant vu leurs exportations (rapportées à la production, en %) le plus évoluer entre 1995 et 2001

Code	Libellé	Différence 2001/1995
Ceux qui diminuent le plus		
F62	Fabrication de composants électroniques	-11
E13	Construction aéronautique et spatiale	-3
B01	Industrie des viandes	-2
C20	Édition, imprimerie, reproduction	-1
E21	Fabrication d'éléments en métal pour la construction	-1
Ceux qui augmentent le plus		
E31	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	29
F23	Fabrication d'étoffes et d'articles à maille	33
C42	Bijouterie, fabrication d'instruments de musique	33
C12	Industrie du cuir et de la chaussure	34
C45	Fabrication d'appareils de réception, d'enregistrement...	53

Note : La différence 2001/1995 est la différence entre 1995 et 2001 du ratio des exportations à la production exprimé en pourcentage.

Tableau B3 : secteurs ayant vu leurs importations (rapportées à la production, en %) le plus évoluer entre 1995 et 2001

Code	Libellé	Différence 2001/1995
Ceux qui diminuent le plus		
F44	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	-22
F62	Fabrication de composants électroniques	-14
D01	Construction automobile	-6
C20	Édition, imprimerie, reproduction	-3
E12	Fabrication de matériel ferroviaire roulant	-3
Ceux qui augmentent le plus		
E26	Fabrication de machines-outils	46
C12	Industrie du cuir et de la chaussure	48
C46	Fabrication de matériel optique et photographique, horlogerie	49
E31	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique	66
F23	Fabrication d'étoffes et d'articles à maille	66

Note : La différence 2001/1995 est la différence entre 1995 et 2001 du ratio des importations à la production exprimé en pourcentage.

Tableau C : part des coûts de protection de l'environnement dans la production, par secteur (NES114), en France

Nom de la branche		Coûts anti-pollution totaux (en 2001)	Stock de capital anti-pollution (en 2001)	Dépenses courantes anti-pollution (en 2001)	Coûts anti-pollution (différence 2001/1995)	Capital anti-pollution (différence 2001/1995)	Dépenses anti-pollution (différence 2001/1995)
Industrie chimique minérale	F41	1,98%	5,43%	1,01	-0,26834	0,03	-0,27
Pâte à papier, papier et carton	F32	1,21%	3,50%	0,58	0,268785	0,67	0,15
Industrie chimique organique	F42	1,07%	3,11%	0,51	-0,30385	0,23	-0,35
Sidérurgie	F51	0,86%	1,49%	0,59	-0,16208	0,25	-0,21
Céramiques et matériaux de construction	F14	0,46%	1,88%	0,12	0,020021	0,39	-0,05
Parachimie	F43	0,44%	1,30%	0,21	-0,16654	-0,37	-0,10
Verre et articles en verre	F13	0,35%	1,05%	0,16	0,102131	0,20	0,07
Métaux non ferreux	F52	0,34%	0,90%	0,18	-0,07996	-0,16	-0,05
Fibres artificielles ou synthétiques	F44	0,32%	0,85%	0,17	0,062124	0,08	0,05
Filature et tissage	F21	0,29%	0,50%	0,20	0,169528	0,19	0,14
Composants électroniques	F62	0,24%	0,80%	0,09	-0,11535	-0,38	-0,05
Industrie du lait	B02	0,22%	0,78%	0,08	0,070398	0,39	0,00
Industrie du caoutchouc	F45	0,22%	0,65%	0,11	-0,00675	0,13	-0,03
Produits métalliques	F55	0,21%	0,67%	0,09	-0,01312	-0,10	0,01
Articles en papier ou en carton	F33	0,21%	0,64%	0,09	0,00757	0,00	0,01
Transformation des matières plastiques	F46	0,21%	0,50%	0,11	0,059837	0,14	0,03
Travail du grain	B04	0,20%	0,61%	0,09	0,023652	0,26	-0,02
Industries alimentaires diverses	B05	0,19%	0,67%	0,07	-0,00558	0,27	-0,05
Industrie pharmaceutique	C31	0,19%	0,63%	0,07	-0,07591	0,01	-0,08
Matériel optique et photographique	C46	0,18%	0,59%	0,08	0,066913	0,21	0,03
Cycles, motocycles	E14	0,17%	0,56%	0,07	-0,04833	-0,31	0,01
Matériel ferroviaire roulant	E12	0,15%	0,32%	0,09	-0,01885	0,09	-0,04
Équipements automobiles	D02	0,14%	0,44%	0,06	-0,01272	0,01	-0,01
Industrie du cuir et de la chaussure	C12	0,14%	0,31%	0,08	-0,00506	0,01	-0,01
Savons, parfums et produits d'entretien	C32	0,14%	0,43%	0,06	-0,05016	-0,09	-0,03
Meubles	C41	0,14%	0,38%	0,07	0,006949	-0,08	0,02
Construction automobile	D01	0,13%	0,26%	0,08	0,006945	-0,01	0,01
Équipements mécaniques	E23	0,13%	0,44%	0,05	-0,05704	-0,05	-0,05
Matériel électrique	F61	0,12%	0,52%	0,03	-0,02876	0,06	-0,04
Bijouterie	C42	0,12%	0,11%	0,10	0,084138	0,00	0,08
Appareils domestiques	C44	0,11%	0,38%	0,04	0,007256	0,04	0,00
Industrie des viandes	B01	0,11%	0,28%	0,06	-0,12646	0,13	-0,15
Produits textiles	F22	0,10%	0,25%	0,05	-0,05243	-0,04	-0,04
Travail du bois	F31	0,09%	0,45%	0,01	0,004464	0,13	-0,02
Matériel médico-chirurgical	E34	0,08%	0,45%	0,00	0,006853	0,11	-0,01
Fabrication d'armes et de munitions	E28	0,07%	0,12%	0,05	0,05762	0,04	0,05
Autres machines d'usage spécifique	E27	0,07%	0,19%	0,04	0,022188	0,03	0,02
Moteurs, génératrices	E32	0,07%	0,27%	0,02	-0,0275	0,03	-0,03
Articles de sport, de jeux	C43	0,06%	0,20%	0,03	-0,00625	-0,03	0,00
Industrie des boissons	B03	0,06%	0,22%	0,02	-0,00116	0,08	-0,02
Construction aéronautique et spatiale	E13	0,06%	0,21%	0,03	-0,03435	-0,08	-0,02
Édition, imprimerie	C20	0,06%	0,12%	0,04	0,020877	0,01	0,02
Machines d'usage général	E24	0,06%	0,19%	0,03	0,002113	-0,06	0,01
Matériel de mesure et de contrôle	E35	0,05%	0,10%	0,03	0,022501	0,03	0,02
Chaudronnerie	E22	0,05%	0,23%	0,01	-0,01164	0,03	-0,02
Machines-outils	E26	0,04%	0,15%	0,02	-0,0251	-0,10	-0,01
Appareils de réception, d'enregistrement	C45	0,04%	0,15%	0,01	-0,00651	0,00	-0,01
Étoffes et articles à maille	F23	0,04%	0,10%	0,02	0,001752	-0,01	0,00
Machines agricoles	E25	0,04%	0,17%	0,01	-0,01294	0,05	-0,02
Éléments en métal pour la construction	E21	0,04%	0,18%	0,00	-0,03662	-0,10	-0,02
Machines de bureau et matériel info.	E31	0,03%	0,14%	0,01	-0,01872	-0,02	-0,02
Construction navale	E11	0,02%	0,11%	0,00	-0,01543	-0,03	-0,01
Appareils d'émission et de transmission	E33	0,02%	0,07%	0,01	-0,02021	-0,04	-0,01
Habillement et fourrures	C11	0,01%	0,04%	0,00	-0,00061	0,01	0,00

Note : Les trois variables présentées ici sont rapportées à la production (en %). Les coûts s'obtiennent comme la somme du stock de capital multiplié par 0,18 et des dépenses courantes (cf. partie 2). L'évolution des trois variables entre 1995 et 2001 est obtenue par simple différence des valeurs prises en 2001 et en 1995.

Annexe 2 : Typographie des secteurs selon leur degré de mobilité

Afin de juger du degré de mobilité des différents secteurs industriels, Ederington et al. (2005) calculent des coûts de transport par produit. Ils utilisent pour ce faire des données sur la période 1978-1992 détaillant les importations des États-Unis par produit et par pays d'origine. Pour chaque flux d'importation sont renseignées les valeurs CAF (coût, assurance, fret) et FAB (franco à bord). Le coût de transport total C_{ijt} des importations réalisées l'année t par le secteur i en provenance du pays j est alors la différence entre les deux valeurs CAF et FAB prise en pourcentage de la valeur CAF.

Afin de contrôler l'effet de la distance dans le coût de transport total ainsi obtenu, les auteurs régressent ce dernier sur la distance, la distance prise au carré et des effets fixes temporels et sectoriels. Plus précisément, la régression s'écrit sous la forme :

$$C_{ijt} = \alpha_1 D_j + \alpha_2 D_j^2 + \sum_t \beta_t I_t + \sum_i \delta_i I_i,$$

où les variables explicatives D_j , I_t et I_i représentent respectivement la distance entre le pays j et les États-Unis, une indicatrice temporelle égale à l'unité l'année t et une indicatrice sectorielle égale à l'unité pour le secteur i . Les auteurs retiennent alors le coefficient δ_i comme mesure du coût de transport par secteur.

Cette méthodologie fournit par conséquent une hiérarchie des secteurs industriels en termes de coût de transport. Cette hiérarchie est établie pour les États-Unis. Nous la transposons au cas de la France en passant de la nomenclature USSIC de 1972 à la nomenclature NES114. Le tableau de la page suivante présente le classement ainsi obtenu des secteurs industriels en fonction de leur coût de transport.

Tableau D : classement des secteurs industriels, par ordre croissant de coût de transport

Rang	Code	Libellé
1.	C42	Bijouterie, fabrication d'instruments de musique
2.	C45	Fabrication d'appareils de réception, d'enregistrement et de réception
3.	E13	Construction aéronautique et spatiale
4.	E33	Fabrication d'appareils d'émission et de transmission
5.	F62	Fabrication de composants électroniques
6.	E35	Fabrication de matériel de mesure et de contrôle
7.	E32	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électriques
8.	E31	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique
9.	C31	Industrie pharmaceutique
10.	E28	Fabrication d'armes et de munitions
11.	F61	Fabrication de matériel électrique
12.	C46	Fabrication de matériel optique et photographique, horlogerie
13.	E23	Fabrication d'équipements mécaniques
14.	E34	Fabrication de matériel médicochirurgical et d'orthopédie
15.	E26	Fabrication de machines-outils
16.	F52	Production de métaux non ferreux
17.	C11	Industrie de l'habillement et des fourrures
18.	E24	Fabrication de machines d'usage général
19.	E27	Fabrication d'autres machines d'usage spécifique
20.	F43	Parachimie
21.	E14	Fabrication de cycles, motocycles, matériel de transport n.c.a.
22.	C12	Industrie du cuir et de la chaussure
23.	F21	Filature et tissage
24.	D01	Construction automobile
25.	E12	Fabrication de matériel ferroviaire roulant
26.	F23	Fabrication d'étoffes et d'articles à maille
27.	F55	Fabrication de produits métalliques
28.	C43	Fabrication d'articles de sport, de jeux et industries diverses
29.	C44	Fabrication d'appareils domestiques
30.	E25	Fabrication de machines agricoles
31.	D02	Fabrication d'équipements automobiles
32.	E22	Chaudronnerie, fabrication de réservoirs métalliques et de chaudières
33.	F22	Fabrication de produits textiles
34.	F44	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques
35.	B01	Industrie des viandes
36.	C32	Fabrication de savons, parfums et de produits d'entretien
37.	F45	Industrie du caoutchouc
38.	F46	Transformation des matières plastiques
39.	F51	Sidérurgie et première transformation de l'acier
40.	E11	Construction navale
41.	F33	Fabrication d'articles en papier ou en carton
42.	F32	Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton
43.	C41	Fabrication de meubles
44.	F42	Industrie chimique organique
45.	B05	Industries alimentaires diverses
46.	C20	Edition, imprimerie, reproduction
47.	F31	Travail du bois et fabrication d'articles en bois
48.	E21	Fabrication d'éléments en métal pour la construction
49.	F41	Industrie chimique minérale
50.	B03	Industrie des boissons
51.	F13	Fabrication de verre et d'articles en verre
52.	F14	Fabrication de produits céramiques et de matériaux de construction
53.	B02	Industrie du lait
54.	B04	Travail du grain, fabrication d'aliments pour animaux